

[19] 中华人民共和国专利局



[12] 发明专利申请公开说明书

[11] CN 85 1 09646 A

[51] Int. Cl.<sup>4</sup>

H01F 41/02

H01F 31/00

H01F 33/00

CN 85 1 09646 A

[43] 公开日 1987年2月4日

[21] 申请号 85 1 09646

[22] 申请日 85. 10. 14

[30] 优先权

[32] 84. 10. 17 [33] 美国 [31] 662, 312

[32] 84. 10. 17 [33] 美国 [31] 662, 467

[32] 84. 10. 17 [33] 美国 [31] 662, 330

[71] 申请人 库曼公司

地址 美国密执安州48084-特洛伊

[72] 发明人 赫伯特·J·马塞蒙 约翰·L·费舍  
克拉尔·E·比特 理查得·W·马丁  
保罗·H·文比格勒 索马斯·H·阿施顿  
伦达尔·L·施拉克 哈伯特·L·R·莫尼  
约·E·库蒂斯 约翰·E·克劳德

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利  
代理部

代理人 李学东 楼垂品

[54] 发明名称 改进的环形变压器及其制造设备和  
方法

[57] 摘要

一种环形变压器,带有一低压线圈、一高压线圈以及一环形磁性铁芯。优先选用的低压线圈和高压线圈是连续的并形成一伸延拱形通道,优先选用的环形磁性铁芯是由连续磁性带材绕入上述拱形通道而成的,从而也就形成了带有连续线圈和铁芯成连续卷绕状的环形变压器。本发明还涉及制造该环形变压器及其部件和分部件的方法及其设备。

242/87101906/43

北京市期刊登记证第1405号

## 权 利 要 求 书

---

1、一种制造环形变压器的设备，它将磁心带材从磁心材料卷的内圈脱出，并将磁心带材绕入环形变压器的予绕初级和次级绕组中，其特征在于包括有：

一个转台，此转台使磁心材料卷绕其轴线，且朝着磁心带材从磁心材料卷的内圈中连续松开方向旋转；

一个定向装置，接受从磁心材料卷中脱出的磁心带材和保持磁心带材离开磁心材料卷的方向；

一个对磁心带材产生一阻力的装置，当材料卷松开时，此阻力将带材推向磁心材料卷的内圈，使带材离开内圈时的弯曲减到最小程度；

一个卷绕装置，用于将磁心带材从上述的定向装置绕入上述的予绕初级和次级绕组中。

2、根据权利要求1所述的设备，其特征在於，其中所述的对磁心带材产生阻力的装置以及所述的定向装置，共同对磁心带材起作用，在带材运动的反方向对带材产生一摩擦力。

3、根据权利要求2所述的定向装置，其特征在於，此装置依靠带材重量产生的重力将磁心带材推向磁心材料卷的内圈，使从内圈脱出的带材一直朝着向上的方向。

4、根据权利要求1、2或3所述的设备，其特征在於，其中所述的转台是绕其与磁心材料卷的同心轴线旋转的。

5、一种制造环形变压器的方法，将磁心带材从磁心材料卷的内圈脱出，并将磁心带材绕入环形变压器的予绕初级和次级绕组中，其特征在於其步骤是：

利用磁心材料卷绕其轴线的转动，将材料卷从内圈连续松开的方

向脱开；

接受从磁心材料卷中脱出的带材和保持带材离开磁心材料卷的方向；

对磁心带材产生一阻力，当材料卷松开时，此阻力将带材推向磁心材料卷的内圈，使带材离开圈时的弯曲减到最小程度；以及磁心带材在脱出后被绕入所述的初级和次级绕组中。

6、一个根据权利要求5所述的方法制造的环形变压器。

7、一种制造环形变压器的设备，此设备将磁心带材导入予绕初级和次级绕组中，穿过两绕组间的一个圆周扩口，在一个拱形长通道中卷绕，其特征在于本设备包括有：

一个绕线管，被安装于穿过予绕的初级和次级绕组的拱形长通道的内部，是可转动的，且可操作用来接受磁心带材；

供料装置，用于将带材穿过圆周扩口送至所述的绕线管；

绕线管传动装置，与所述的绕线管啮合且转动此绕线管，将带材在所述的绕线管上绕成线圈；以及一个装置，用于当所述的绕线管旋转时，使带材与所述的线圈的一部分圆周摩擦啮合，同时将所述的线圈的绕组卷紧固。

8、根据权利要求7所述的设备，其特征在于，其中所述的一种用于将所述的磁心带材摩擦啮合的装置，包含有一根围绕着所述的线圈大部分圆周的曳引带，此带与大部分圆周是摩擦啮合的。

9、根据权利要求7或8所述的设备，其特征在于，其中所述的绕线管具有一个体和两侧凸缘，凸缘从所述的体的两端径向地向外延伸；所述的空是可以操纵的，用于接受磁心带材的一端以形成所述线圈的中心部分；当带材被绕在所述的绕线管上时，所述的凸缘

位于所述的线圈和带材的两侧端；

10、根据权利要求9所述的设备，其特征在于，其中所述的供料装置具有一个压制装置，当带材被绕在所述的绕线管上时，此压制装置贴紧靠近所述的圆周扩口的带材，防止带材在绕线管旋转时被绕线管的侧凸缘抬起。

11、根据权利要求7、8或9所述的设备，其特征在于，其中所述的绕线管含有一个空，以及其中所述的绕线管传动装置含有一个与所述的空内部传动啮合的齿轮轴，使所述的绕线管绕其轴旋转，并且还含有一个电机装置，用于转动齿轮轴，将带材在绕线管上绕成线圈。

12、根据权利要求7所述的设备，其特征在于，其中所述的予绕的初级绕组和次级绕组的有两部分，每个部分的弧形均小于半圆但大于圆的三分之一，是环形的，此设备包括：

支承装置，用于支撑予绕的初级和次级绕组的两个半部分的支承装置；一个装置，用于在予绕初级和次级绕组两个半部分之间在其一端保持所述的圆周扩口；以及所述的装置用于当所述的绕线管旋转时，使带材与线圈的一部分圆周摩擦啮合，同时将线圈绕紧。

13、根据权利要求7所述的设备，其特征在于，其中磁心带材从磁心材料卷内圈脱出，并且重新绕入所述的予绕初级和次级绕组的绕圈中，所述的装置的供料装置包括：

一个转台，此转台使磁心材料卷绕其轴线，且朝着磁心带材从磁心材料卷的内圆中连续松开方向旋转。

一个定向装置，接受从磁心材料卷中脱出的磁心带材和保持磁心带材离开磁心材料卷的方向；以及

一个对磁心带材产生一阻力的装置，当材料卷松开时，此阻力将带材推向磁心材料卷的内圈，使带材离开内圈时的弯曲减到最小程度。

14、一种制造环形变压器的方法，将磁心带材从磁心材料卷的内圈脱出，并将磁心带材绕入环形变压器的予绕初级和次级绕组中，其特征在于其步骤是：

提供了一个安装在拱形长通道内的绕线管，操纵所述的绕线管接受带材，

将带材经圆周扩口送至绕线管，

转动所述的绕线管，将带材绕在所述的线管上，以及使带材在所述的绕线管旋转时与所述的线圈的一部分圆周摩擦啮合，同时将所述的线圈的绕组卷紧。

15、一个根据权利要求14所述的方法制造的环形变压器。

16、根据权利要求1或7所述的设备，其特征在于包括一个绕组设备，至少予绕一个所述的初级和次级绕组，所述的设备包括：

一个成形辊胎，可绕其轴线旋转，辊胎具有一底壁和两个侧壁，形成一个型腔，用来容纳金属线的多个线圈，所述的两个侧壁朝所述的型腔开口处收缩，在型腔的某一部位上有一轴向切口。

导向装置，当成型辊胎转动，将金属线绕在所述的型腔时，用于将金属线在型腔中的轴向定位，所述的导向装置包括一个与金属线相配合的定位部分，用于将金属线安放在所述的型腔以及轴向凹槽的预定的轴向位置上，以及与所述的导向装置配合的调整装置，用于调整所述的导向装置定位部分所确定的位置，以调整金属线在所述型腔中预定的轴向位置。

17、根据权利要求16所述的设备，其特征在于，其中所述的

导向装置定位部分延伸在所述的两侧壁间和所述的型腔中，将金属线安放在所述的型腔以及轴向凹槽的予定位置上。

18、根据权利要求16或17所述的设备，其特征在于此设备还包括：

所述的成型辊胎型腔具有一横向截面，此截面是在所述的型腔轴线的径向距离上变化的，以及与所述导向装置配合的装置，用于径向转移定位导向装置，使在成形辊胎旋转时，很好地保持所述的定位导向装置与所述型腔之间予定的位置关系，以防止对所述的定位导向装置的径向尺寸的变化。

19、根据权利要求16、17或18所述的设备，其特征在于，其中所述的定位导向装置包括一个定位轮，此轮对着所述的型腔，金属线紧贴着其一部分圆周上。

20、根据权利要求19所述的设备，其特征在于，其中所述的定位导向装置包括一个脚轮安装装置，用来安装所述的定位轮，定位轮可绕与所述的辊胎轴线基本上相互垂直的脚轮轴线旋转，使得所述的定位轮平行于所述的型腔两侧壁轴向倾斜部分。

21、根据权利要求16或19所述的设备，其特征在于，其中所述的定位导向装置的导向部分包括一个输出端，金属线从其中离开定位导向装置，以及其中所述的调整装置包括一个倾斜装置，是绕通过所述的定位导向装置输出端的倾斜轴线转动。

22、根据权利要求18所述的设备，其特征在于，其中所述的用于径向转动所述的定位导向装置的一个机构，包括了一个升降装置，它用于移动定位导向装置，以保持所述的定位导向装置与所述的型腔之间予定的位置关系。

23、根据权项1或7所述的设备，其特征在于包括一个予绕设备，至少可予绕一个所述的初级和次级绕组，此设备包括：

一个可绕辊胎轴线转动的成形辊胎，它具有一个型腔，用来容纳金属线的多个线圈，所述的型腔有一周边底面，至少有一部分底面是直线的，以及

导向装置，当成形辊胎转动，将金属线绕在所述的型腔时，用于将金属线在型腔中定位，所述的导向装置有一定位导向器，它与金属线在绕入所述的型腔之前相啮合，并且强行在金属线上予先弯曲，以克服金属线绕入所述的型腔中形成的弯曲，这就减少了金属线在所述型腔的直表面上的拱起程度。

24、根据权利要求23所述的设备，其特征在于其中所述的定位导向装置含有一个绕一轴线旋转的定位轮，此轴线基本上平行于所述的辊胎轴线，定位轮的旋转方向与所述的成形辊胎的相反，所述的定位轮利用其圆周的曲率使金属线予先弯曲，并将金属线支持在其部分圆周上。

25、根据权利要求19或24所述的设备，其特征在于，其中所述的定位轮含有一个支持金属线的周边槽。

26、根据权利要求1或7所述的设备，其特征在于包括一个予绕设备，它至少可绕制一个用一根金属线的所述的初级和次级绕组，此设备包括：

一个成形辊胎，可绕辊胎轴线旋转，並有多个轴向间隔的型腔，每个型腔可接受金属线和放置一个线圈束，

导向装置，依次地与每个型腔协同作用，在成形辊胎动时，将金属线送到所述的每个型腔，並將金属线绕在所述的每个型腔上，

测量装置，用于测量所述的型腔的轴向位置，以及与所述的测量装置的相互感应的定位装置，用于依次地根据已测出的所述的每个型腔的轴向位置来确定所述的导向装置对每个型腔的位置。

27、根据权利要求1或7所述的设备，其特征在于包括一个予绕设备，它至少可绕制一个所述的初级和次级绕组，所述的附属设备制造所述的含饼式线圈的初级绕组或次级绕组，所用的导线为一股或多股连续的金属线，金属线的一个横向截面尺寸大于垂直的横向截面尺寸，所述的设备包括：

一个成型辊胎，可绕一轴线旋转，其上有一表面作卷绕导线用，以及

导向装置，当成型辊胎旋转时，用于将导线送至所述的表面，并且，当成型辊胎旋转时导向装置将导线的至少一般金属线转到一个方向，而且成型辊胎旋转时又转到另一个方向，使导线成形，在成型辊胎上形成饼式线圈，其宽度是由窄至宽变化的。

28、根据权利要求1或7所述的设备，其特征在于包括一个予绕设备，它至少可绕制一个所述的初级和次级绕组，所述的附属可绕制与所述的含饼式线圈的初级绕组或次级绕组，所用的导线为一股或多股连续的金属线，金属线的一个横向截面尺寸大于垂直的横向截面尺寸，所述的设备包括：

一个成型辊胎，可绕第一轴线旋转，具有供卷绕金属线用的表面，此表面在所述的第一轴线的径向距离上变化；

对着所述的成型辊胎的至少有一个压辊，系用于在所述的压辊与所述的成型辊胎的所述表面之间构成一个型窗，所述的型窗也是在所述的第一轴线的径向距离上变化的；



一个导向头，当成形辊胎旋转时，用于将金属线送至所述的成形辊胎，以及

导向头安装装置，将所述的导向头滑配安装和确定位置，使导向头在所述的成形辊胎旋转时能将金属线引到所述的型窗中。

29、根据权利要求1或7所述的设备，其特征在于包括一个予绕设备，它至少可绕制一个所述的初级和次级绕组，所述的附属设备可绕制所述的含饼式线圈的初级绕组或次级绕组，所用的导线为一股或多股连续的金属线，金属线的一个横向截面尺寸大于垂直的横向截面尺寸，所述的设备包括：

一个成型辊胎，其一个径向尺寸大于一个垂直的径向尺寸，此辊胎可绕一轴线旋转，所述的成形辊胎有容纳金属线的型腔；

一个装置，当所述的成形辊胎旋转时，用于将金属线送至所述的型腔；

一个圆压辊和一个侧压辊，对着所述的成形辊胎在所述的圆压辊和侧压辊与所述的型腔之间构成一个型窗，所述圆压辊和所述的侧压辊与金属线接触的位置是在型窗内限制金属线的啮合线上；

一个装置，当所述的成形辊胎旋转时，用于径向转移所述的圆压辊，使很好地保持所述的圆压辊与所述的成形辊胎之间预定的位置关系，以防止对所述圆压辊的径向尺寸变化，以及

一个装置，当所述的成形辊胎旋转时，用于将所述的圆压辊相对所述的侧压辊的轴线作横向移动，以使所述的圆压辊和金属线之间的合线与所述的侧压辊和金属线之间的啮合线基本上保持在同一平面上。

30、根据权利要求1或7所述的设备，其特征在于包括一个予

绕设备，它至少可绕制一个所述的初级和次级绕组，所述的附属设备可绕制所述的含饼式线圈的初级绕组或次级绕组，所用的导线为一股或多股连续的金属线，金属线的一个横向截面尺寸大于垂直的横向截面尺寸，所述的设备包括：

一个辊胎，可绕一轴线旋转，并具有一个定向腔，

将金属线送至所述的成形辊胎的装置，

导向装置与所述成形辊胎相配合使金属线在成形辊胎上被弯曲，并以相关定向形成占具所述成形辊胎的所述相关定向型腔，并在所述成形辊胎转动时，提供连续相关定向线圈，由于金属线的弹性回弹，在所述成形辊胎的相关定向型腔上成型的所述相关定向线圈是弯曲不足的。

过弯曲装置，此装置用于所述成形辊胎上接受所述相关定向弯曲不足线圈，并对线圈进行过弯曲以补偿在所述成形辊胎上的卷绕不足。

改进的环形变压器及其制造设备和方法

本发明涉及改进的环形变压器及其制造设备和方法，其制造设备和方法主要包括：改进的环形变压器低压器低压绕组的制造设备和方法，改进的环形变压器高压绕组的制造设备和方法，改进的环形变压器磁心的卷绕设备和方法。

本发明是本发明人以前公开的审理未决的专利申请的改进和补充，原申请题目为：“形变压器及其制造方法”，申请号：06/337,356，1982年1月6日提交申请。本发明参考了此审理未决的申请的公开内容。

一般而言，本申请及前述的审理未决的申请是针对一种新的环形变压器的设计，结构以及从多方面改进变压器性能的方法。例如，本发明所提供的高性能的环形变压器，可在功率转换过程中，以及在没有功率或很少功率转换过程中，能够减小电能变成热能的损耗。提高电能效率是通过降低铁心损耗和线圈损耗获得的。第二，具有容积效率，因为，一个额定功率的变压器具有一个相应小的体积和一个有利的与油箱外壳相适应的圆柱外形。第三具有材料性，使用最少量的制造材料。第四，本变压器具有良好的工艺性，使用高效率和高自动化的工艺过程，而只用极少量的昂贵的手工劳动。第五，具有设计性，根据相同的基本机器，产生的相同的基本设计，就可满足各种额定功率和实用要求。第六，散热性，变压器上的油槽能吸收本身发热元件所产生的热，而不需要特殊的冷却设备。第七，具有机械性，在运输，安装和使用过程中，圆环形状容易夹持住，可以减小损坏。良好的机器安装性能给变压器一个结实

的结构，在短路时，此结构能阻止外界加给变压器的冲击力。第八，噪音效果，此铁芯不是切削加工的，而是采用沿铁心磁通方向轧制的钢材制成的，这样就减少了磁通路中高磁感应以及磁致伸缩产生的噪音。第九，老化性，减小热的变化率和降低过热部位的温度，能延长变压器的使用寿命，同时又不影响其性能。第十，抗电磁干扰性能，未切割铁心减弱了励磁电流，其结果也就减小了电话通讯等产生的电磁干扰。

本发明和审理未决的申请有几个重要的不同处，取其典型，见下所述。

本发明包括一个低压线圈绕线机以及在辊胎上用导线绕制饼式线圈的方法，此导线包含一股或多股连续的金属线，当导线在辊胎上成型时，导线被交替弯曲使得导线的一个截面尺寸大于垂直的截面尺寸，这样，截面尺寸较大的导线沿径向在饼式线圈的内侧定位，截面尺寸较小的导线沿径向在线圈的外侧定位。本发明包括一个低压线圈绕线机和低压线圈绕线方法，此绕线机有一个成形辊胎和一个导向头。成形辊胎是非圆柱形的，并且带有一型腔。导向头是可移动的，当成形辊胎旋转时，型腔可向径向移动，导向头将金属线送往径向移动型腔。此外，本发明还提供了低压线圈绕线机和制造方法。此绕线机有一个非圆柱形辊胎，此辊胎面对着与导线啮合的一个圆压辊和一个侧压辊。圆压辊相对侧压辊的轴线作横向移动，以保持圆压辊和导线之间的啮合线与侧压辊和导线之间的啮合线在同一平面上。本发明不但提供了低压线圈绕线机，还提供了线圈在辊胎上相关定向绕制的方法。由于材料的弹性回弹，辊胎上的线圈弯曲不足。本发明提供了过弯曲手段。过弯曲是线圈离开辊胎后进行的以抑制线圈的回弹。

本发明还进一步提供了高压线圈绕线机和高压线圈绕线方法。此方

法使导线绕在成形辊胎型腔中，型腔的侧壁在开口处收缩。此方法应用了导向装置，此装置具有可伸入型腔中的部分，用来在辊胎回转时将导线在型腔内精确定位。本发明还提供了高压线圈绕线机和将导线绕在辊胎上的方法，辊胎的一部分是垂直的，并且包含有一个定向轮，此定向轮用于导线在辊胎绕线之前产生逆向弯曲，以减少导线偏离辊胎的弯曲度。该发明还提供了—个高压线圈绕线机和一种把导线在成形辊胎上绕成许多线圈的方法，该辊胎有许多轴向分隔的环形型腔。此方法使用了根据环形型腔将导线精确定位的导向装置，还使用了一个用于测量型腔位置的测量装置和根据在一个型腔的测量位置来决定导向装置对每一个型腔的定位装置。

本发明还提供了一种设备和方法，用于利用转动线圈将磁心带材从预绕的线圈内部脱出，同时在磁心带材脱出的相反方向加一个反作用力，使带材在预绕线圈内脱出时能限制其弯曲程度。本发明还提供了一种设备和方法，用于转动拱形通道中的线圈，使带材穿过预先成形的各绕组而进入拱形通道中绕在磁心上，并且在绕线时在磁芯的外圆附近产生一个摩擦力。本发明还进一步提供了一种设备和方法，用于利用转动绕线管使磁心带材通过预先成形的各绕组而绕在拱形通道中带凸缘的绕线管上，同时当绕线管转动时在磁心上产生一个径向内作用力，以限制磁心带材从绕线管的凸缘上脱出。本发明还提供了一种装置和方法，用于将磁心带材通过预先成形的绕组入拱形通道中，当绕入磁心带材时，这些绕组从其所占的第一个位置旋转到第二个位置，在这第二个位置上各预先成形绕组是被隔开的，形成了一个通道，应用—可移动的楔形件紧紧地所述的预先成形绕组楔入所述的第二个位置中，磁心带材容易地绕入这一通道。

本说明书中所阐明的产品、方法和设备的性能和特点，並不是面面俱到的，而许多其他性能和特点，在先有技术的附图、说明书和专利要求书中是十分显然的。

本发明的附图简述如下：

图 1 是本发明的一个优先选用的环形变压器的部分立体透视图。

图 2 是图 1 所示的环形变压器的部分剖面顶视图，图中略去了变压器的支持结构。

图 3 是部分环形变压器的横截面图，从图 2 的线 3—3 剖开，並略去了变压器的支持结构。

图 4 是本发明一部分优先选用的磁心绝缘管的透视图。

图 4 a 是优先选用的环形变压器的一部分绝缘构件的局部透视图，标出了标准冷却液槽的结构。

图 5 是本发明的一部分优先选用的高低压绝缘套的分解透视图。

图 6 是本发明的磁心绕线管的分解透视图。

图 7 是在磁心安装前，变压器各主要件的装配示意图。

图 8 是照本发明的一种优先选用的制造环形变压器方法的框图。

图 9 是与本发明有关的优先选用的低压线圈绕线机的总视图。

图 10 是用图 9 所示的低压线圈绕线机所制造的低压绕组的几个线圈的透视图。

图 10 a 是图 10 中低压绕组的几个线圈从 10 a—10 a 截开的平面图。

图 10 b 是图 9 所示的低压线圈绕线机成形辊胎的透视图。

图 11 是图 9 所示的低压线圈绕线机的正视图。

图 12 是图 9 所示的低压线圈绕线机的扭曲头分部件的透视图。

图 1 3 是图 1 2 所示的扭曲头分部件的分解图。

图 1 3 a 是表明扭曲头台用枢轴安装的透视图。

图 1 4 是图 9 所示的低压线圈绕线机沿图 1 1 的 1 4—1 4 处的剖视详图。

图 1 5 是图 9 所示的低压线圈绕线机的一个成形辊胎分部件的正视图。

图 1 6 是图 9 所示的低压线圈绕线机的连接装配结构和侧压滚的分解图。

图 1 7 至图 2 4 是图 9 所示的低压线圈绕线机的扭曲头和成形辊胎分部件的系列图。

图 1 7 是在低压导线线圈处于成形起始阶段时扭曲头和成形辊胎分部件的正视图。

图 1 7 a 是部分扭曲头分部件在图 1 7 a—1 7 a 截面处的剖视详图。

图 1 8 是在低压导线线圈处于成形后阶段时，扭曲头和成形辊胎的部分部件的正视图。

图 1 8 a 是部分扭曲头分部件在图 1 8 中，1 8 a—1 8 a 处剖视详图。

图 1 9 是在低压导线线圈处于成形后阶段时扭曲头和成形辊胎分部件的正视图。

图 1 9 a 是扭曲头分部件的一部分在图 1 9 中 1 9 a—1 9 a 处截面的剖视详图。

图 2 0 是在低压导线线圈处于成形后阶段时扭曲头和成形辊胎分部件的正视图。

图 2 0 a 是扭曲头分部件的一部分在图 2 0 中 2 0 a—2 0 a 处截面详图。

图 2 1 是在低压导线线圈处于成形后阶段时，扭曲头和成形辊胎分部件的剖视图。

图 2 1 a 是部分扭曲头分部件在图 2 1 中 2 1 a—2 1 a 处的剖视详图。

图 2 2 是在低压导线线圈成形后阶段时，部分扭曲头和成形辊胎分部件的侧视图。

图 2 2 a 是部分扭曲头分部件在图 2 2 中 2 2 a—2 2 a 处的剖视详图。

图 2 3 是在低压导线线圈成形后阶段时，扭曲头和成形辊胎分部件的侧视图。

图 2 3 a 是部分扭曲头分部件在图 2 3 中 2 3 a—2 3 a 处的剖视详图。

图 2 4 是在低压导线线圈成形后阶段时，扭曲头和成形辊胎分部件的侧视图。

图 2 4 a 是部分扭曲头分部件在图 2 4 中 2 4 a—2 4 a 处的剖视详图。

图 2 5 是图 9 所示的低压线圈绕线机的贮存辊胎分部件的前视图。

图 2 6 是图 2 5 所示的贮存辊胎分部件的分解图。

图 2 7 是图 2 5 所示的贮存辊胎分部件的附加扭曲凸轮装置成形部分的分解图。

图 2 8 是图 2 7 所示的附加扭曲凸轮装置在图 1 5 中 2 8—2 8 处的剖面详图。



图 2 9 a 是在附加绕组之前附加扭曲装置在图 2 8 中 2 9—2 9 处的剖面详图。

图 2 9 b 是在附加绕组时附加扭曲凸轮装置在图 2 8 中 2 9—2 9 处的剖面详图。

图 2 9 c 是在附加绕组之后，处于某个位置时的附加扭曲凸轮装置在图 2 8 中 2 9—2 9 处的剖面详图。

图 3 0 是在附加绕组中，贮存辊胎组件的侧视图。

图 3 1 a 是低压绕组的一种供选择的具体装置的平面图。

图 3 1 b 是扭曲头和辊在图 3 1 a 所示的低压绕组外部成形的视图。

图 3 1 c 和图 3 1 e 是辊和扭曲头位于图 3 1 a 所示的低压绕组内部成形的视图。

图 3 2 a 是低压绕组的另一种供选择的具体装置的几个线圈的平面图。

图 3 2 b 是扭曲头在图 3 2 a 所示的低压线圈外部成形的底视图。

图 3 2 c 是图 3 2 b 的扭曲头在图 3 2 a 所示的低压线圈内部成形的底视图。

图 3 2 d 是图 3 2 a 所示的用于低压线圈外部成形的成形辊胎的断面详图。

图 3 2 e 是图 3 2 a 所示的用于低压线圈内部成形的成形辊胎的断面详图。

图 3 3 是本发明描述的一种优先选用的高压线圈绕线机的总图。

图 3 3 a 是图 3 3 所示的高压线圈绕线机的部分的金属线配置部件的详图。

图 3 4 是图 3 3 所示的高压线圈绕线机的辊胎和辊胎位置测量的侧视详图。

图 3 4 a 是图 3 4 的辊胎和辊胎位置测量装置的透视图。

图 3 5 至图 3 8 是图 3 3 所示的高压线圈绕线机的辊胎和金属线配置部件的系列图。

图 3 5 是高压线圈绕线机在起始阶段时辊胎和金属线配置部件的侧视图。

图 3 5 a 是辊胎的前视图。按图 3 5 中的箭头 3 5 a 方向。

图 3 6 是高压线圈在绕线后阶段对辊胎和金属线配置部件的侧视图。

图 3 6 a 是辊胎的断面详图，从图 3 6 中的 3 6 a—3 6 a 处剖开。

图 3 7 是高压线圈在绕线后阶段时，辊胎和金属线配置分部件的侧视图。

图 3 7 a 是辊胎的断面详图。从图 3 7 中的 3 7 a—3 7 a 处剖开。

图 3 8 是高压线圈在绕线后阶段时，辊胎和金属线配置分部件的侧视图。

图 3 8 a 是辊胎的断面在图 3 8 中的 3 8 a—3 8 a 处的剖视详图。

图 3 9 是高压线圈在绕线后阶段时，辊胎的断面详图。

图 4 0 是高压线圈绕线机使用的金属线配置定向装置的另一种供选择的具体装置的透视图。

图 4 0 a 是图 4 0 所示的绕线机和金属线配置定向装置的一种供

选择的具体装置的剖视详图。

图 4 1 是高压线圈绕线机使用的金属线配置定向装置的一种供选择的具体装置的侧视图。

图 4 2、4 2 a 和 4 2 b 是本发明使用的优先选用的磁心卷入机视图。

图 4 3 是图 4 2 所示的磁心卷入机和磁心脱出分部件断面详图。

图 4 4 是图 4 3 所示的磁心御出机分部件的前视图。

图 4 5 是图 4 2 所示的磁心卷入机的磁心卷入分部件的部分断面详图。

图 4 6 是用于图 4 5 所示的磁心卷入分部件的绕线管的断面详图。

图 4 7 是图 4 5 所示的磁心卷入分部件的侧视图。

图 4 8 是图 4 5 所示的磁心卷入分部件的部分断面前视图。

下面是几个特殊的具体装置的描述。

在图 1 至图 4 8 中，仅为了说明的目的，插述了本发明所提供的各种优先选用的具体装置。

通过下面的讨论，任何熟悉本技术领域的人会容易地了解到，所述的可供选择的结构与方法的具体应用不能脱离本发明所阐述的基本原理。

图 1 至图 3 说明了一个优先选用的环形变压器 1 0，它是由连续绕制的圆形或环形磁心 2 0 组成，此磁心 2 0 被插在磁芯绝缘管 3 0 中。低压线圈或绕组 4 0 是环绕着磁心绝缘管 3 0 的，并且被高/低压绝缘套 5 0 所包围，高压线圈或绕组 6 0 又将绝缘套 5 0 四周包围。

高压绕组 6 0 基本上由两个半圆部分 6 1 和 6 2 组成，每个半圆部分都含有多个由普通金属线连续绕制的饼式或楔式线圈，它们由所述的普通金属线的环连接，例如在每个半圆部分中有 2 0 个  $8 \cdot 25^\circ$  线圈，

形成了约  $165^\circ$  的一个弧形。至少，靠近半圆部分 6 1 和 6 2 端部的高压绕组 6 0，是用绝缘隔板或轴环 7 0 有效地隔开的，上述的金属线环围绕轴环延伸，能阻止冲击应力的影响，这种影响来自于任何一种非线性电压分布加给所连接的高压线圈之后产生的，例如，高压冲击过程如点火引起的。有时在所有高压绕组弧形部分中，要求有一个或更多的隔板 7 0，如图所示。隔板 7 0 含有将高压绕组 6 0 的各相邻线圈隔开的径向凸缘，并且此隔板由标准的可塑纸板，牛皮纸或合成的绝缘材料组成，例如：“MYLAR”或“КАПТОИ”。隔板 7 0 被可塑的套箍或凸缘 7 1 保持在适当的位置上，此凸缘 7 1 在高压绕组弧形部分向四周或轴向延伸，如图 2 所示。

同样地，优先选用的低压绕组 4 0 基本上也是由两个半圆部份 4 1 和 4 2 组成，与高压绕组部分 6 1 和 6 2 相对立。此优先选用的低压绕组半圆部分 4 1 和 4 2 分别含有单股、双股或多股平行的导线，这些导线均具有一个交替排列结构，电压绕组的一个这种平行的导线将在下面详述。在优先选用的具体装置中，如图所示，高压绕组部分 6 1 和 6 2 和低压绕组部分 4 1 和 4 2 是分别沿圆周延伸，一直到变压器 1 0 的每边成形约  $165^\circ$  的弧形为止。相应的磁心绝缘管 3 0 和高/低压绝缘套 5 0 由两个半圆部分组成，每个半圆部分是沿圆周方向延伸，一直到变压器 1 0 的每边形成约有  $165^\circ$  的弧形为止。低压线圈 4 0 是插在高压线圈 6 0 中的，并且两个线圈包围了环形磁心 2 0 的约  $165^\circ$  的周长。

这里在高压绕组或线圈 6 0 以及半圆部分 6 1 和 6 2 中所使用的术语“连续”是包括一个优先选用的结构，其中含有被绕成饼式线束或线圈和连结环，这些线束或线圈和连接环可用单股金属线或导线束

制成；单股金属线或导线在高压线圈半圆部分6 1和6 2是连续的，换句话说，在环形变压器1 0的二分之一处是连续的。此术语“连续”也关系到高压线圈6 0的各种替换结构，在此结构内，饼或线圈可用连续的金属线或导线绕成。

关于低压绕组或线圈4 0及其半圆部分4 1和4 2，使用术语“连续”是包含描述过的单股，双股或多股排列，其中导线在低压线圈半圆部分4 1和4 2上是连续的。在这种优先选用的具体装置中，低压线圈在环形变压器1 0的半圆部份上是连续的。此术语“连续”涉及任何一种替换的低压线圈结构，在此结构中，低压导线不论能是单股、多股、交替排列或是不交替排列的，至少有三圈是连续的。

在说明磁心2 0时使用的术语“连续”，包含这样一种磁心结构，它是由单股或多股连续的磁心材料以及连续串联排列的磁心带料构成的，连续绕制使磁心2 0形成甚大的直径范围。相应地，虽则单股磁心带材在优先选用的具体装置中绕成磁心，而术语“连续”则指用多股磁心带材绕制成磁心时，其实际圈数应大于两圈。

这里在高压线圈6 0，低压线圈4 0和磁心2 0中所使用的术语“圆形”或“环形”是指产生圆环的结构，这样圆环结构是由数个规则或者不规则的形状绕内部轴心旋转而成的。高低压绕组或线圈6 0和4 0以及磁心2 0的各种优先选用的结构和形状将在下面详述。

图4描述了一个优先选用的磁心绝缘管或绝缘套3 0的半圆部分3 1的详图。绝缘套3 0是由两个半圆部分3 1和3 2组成（后者没有图示）。尽管图4和图4 a中只画了半圆部分3 1，任何熟悉本技术领域的人仍能鉴别出半圆部分3 2与半圆部分3 1是相同的。

磁心绝缘套半圆部分3 1由一个绝缘和可塑的纸板、牛皮纸板或

合成的绝缘材料构成，它与半圆部分32是相同的。这样，形成磁心绝缘套30所需要的两个相等的断面可由一个型模制造。半圆部分31由一个适当的由现有技术已知的可塑纸板制成，或者由高度的玻璃状的合成材料例如为聚酯、尼龙或环氧树脂胶等等制成。

磁心绝缘管30的半圆部分31包括内壁34和外壁35，各沿轴向延伸在底部36和顶部37之间。这半圆部分采用整体结构，可提高绝缘性能。

图5表明了高/低压绝缘管或绝缘套50的一个优先选用的半圆部分51，绝缘套50含有两个半圆部分51和52。任何熟悉本技术领域的人能鉴别出半圆部分51和52是相同的。高/低压绝缘套50的半圆部分51由可塑纸板或合成的绝缘材料用型模做成整体的。绝缘套的内外壁55和56，各沿轴向向底部57和顶部58之间延伸。

普通圆形或环形磁心绝缘套30和高/低压绝缘套50的特殊横截面，是与圆形或环形磁心20和高低压线圈60、40有关的。

绝缘套50的半圆部分51和52各配有与其端部连接的底端套箍59，如图5所示。底端套箍59带有向四周延伸的凸缘，该凸缘与绝缘套半圆部分51和52的内部紧紧吻合。每一个套箍都有一个径向凸缘，在高压的条件下，凸缘起一个防止电击穿的附加阻挡层的作用。

图40说明了高/低压绝缘套50的局部剖出部分。绝缘套50上有本发明提供的优先选用的内壁结构。图4a所示的内壁结构及与之有关的讨论均适用于磁心绝缘套30。

本发明所公开的这种类型的变压器，在工作过程中为了冷却其元

件，它是经常使用油或其他流体的，即液体或气体。这种冷却液体是一种典型的电气类绝缘油。见图4 a。高/低压绝缘套50含有若干个位于外壁5b的内层上的脊峰95，脊峰95可以是倾斜，螺旋或内旋的等等，在它们之间，形成了许多冷却液流支路96。脊峰95中断于底部57，因而在外壁56的较高和较低部分就形成了集流通道97。支路96和集流通道97起输送冷却流体的作用。脊峰95的结构不论是倾斜或螺旋状等，均起循环运动作用，能把冷却液流传给高/低压绝缘套50的内部，如图4 1中的箭头所示。这种周向运动有助于元件的冷却和调节变压器内部的温度的分布。

图6是绕线管692的详图。绕线管692用于图4 2至图4 8所描述的方法，使环形变压器磁心20的安装变得容易。绕线管692通常包含一个连接两个径向凸缘698和中间呈圆柱形状的空81。绕线管692可将磁心带材绕在空壳81上，限制在两径向凸缘698之间。在空81的内面有一对在轴向被隔开且向四周延伸的齿轮传动表面700，用于与插入其中的齿轮轴啮合来转动绕线管692。承受表面82位于两齿轮传动表面700a和700b之间，但比齿轮传动表面700a和700b突出。在卷绕磁心时，为避免磁心绝缘材料30在绕线管692旋转过程中被传动齿轮损坏或擦伤，这使磁心绝缘材料在没有与齿轮接触之前，就先与承受表面82接触了。

绕线管692是由相同的两部分692a和692b组成。只有当这两部分组件被装配在变压器的相应部分11和12中，它们才能形成完整的绕线管692。绕线管的两部分692a和692b的这种特殊结构，是为了装配绕线管692操作方便。特别是，在692a和692b的每一个接合处均有一个轴向栓。该轴向栓含有凸缘83a，

和83b, 当692a和692b拼合时, 84a就和84b连接, 以阻止692a和692b的轴向移位。绕线管692的半部分上有一对突翼85和互外的凹槽86, 692a和692b各自的突翼和凹槽互相相啮合, 此时突翼85几乎完全埋在凹槽86之内。一般地说, 突翼85是被胶合或其他方法粘附在所啮合的凹槽86内, 以保持692a和692b处于内锁状态。

应该注意, 齿轮表面700a和700b是在不同的圆周位置上衔接的。因此, 当齿轴传动齿轮(见图45—48)驱动绕线管692时, 齿轮传动齿轮每次一个小齿轮在绕线管两部之间越过, 为了减少使绕线管两部分692a和692b趋向分离的传动力。换言之, 驱动绕线管692的两个齿轮小齿轮不能同时在绕线管半部分692a的齿和绕线管另半部分692b的齿之间转换, 而是用间断的方式转换, 为的是利用齿轮表面700a和700b衔接处的圆周位置偏移的方法来补偿绕线管两部分692a和692b结合的不完善。

如上所述, 与绕线管两部分692a和692b一起装配的有预先成型的高/低压绕组部件, 包括绝缘套30和50连同套箍59, 然后, 这两部分连接成一个完整的绕线管692, 并在预先成型的绕组和绝缘套中绕成磁心。

图7的示意图中, 环形变压器的两部分11和12, 可分别向圆周方向扩展, 直至形成一个约165°的弧形为止。如上所述, 优先选用的变压器部分11和12, 当其连接时, 就形成一个由两个对称的半圆部分组成的基本的环形, 两个对称部分之间的两端各有一个约为15°的圆周间隔。这种结构的主要用途, 就是形成一个拱形长通道, 以便能连续绕制圆形或环形结构的磁心20, 如图1至图3以及



下面所述那样。当磁心绕制工序完成后，变压器部件就用支持框 8 0 (见图 1) 保持其特有的形状。在变压器 1 0 两端上半圆部分 1 1 和 1 2 之间就得到了一个相等的间隔。然后，在变压器组件安装在一个相应容量的结构中，例如筒或槽 8 5，见图 1。

尽管图 8 的参考标号以及以后的讨论<sup>仅</sup>涉及到环形变压器半圆部分 1 1 的结构与制造方法，但对于与半圆部分 1 1 结构相同的另一半圆部分 1 2 也同样适用。

低压线圈部分 4 1 由双股导线材料绕制而且每一匝被绕成饼式或楔式(从上面或下面可知)，提供了一个圆形或环形的结构。以上的低压线圈制造步骤，将在图 9 至图 3 2 中详述。

然后，低压线圈 4 1 被置于磁心绝缘套 3 1 的外面。由高/低压绝缘套部分 5 1 密封，如图 7 所示。这些分部件是为高压线圈半圆部分 6 1 准备的。

高压线圈部分 6 1 是用连续的金属线绕制并制成若干饼式或楔式线圈束或绕组。这一绕制过程将在下面结合图 3 1 至图 4 1 进行详细说明。

如图 7 所示，绝缘片 7 0 被放在带有套箍 7 1 的高压线圈部分 6 1 相邻绕组之间，此套箍 7 1 延伸到拱形部分的环状槽口中。然后将高压线圈 6 1 与绝缘片 7 0 一起放在高/低压绝缘套管 5 1 的外表面，并将绕线管 6 9 2 装入磁心绝缘套 3 1 的拱形通道中。端套箍 5 9 被放置在绝缘套 5 1 的末端(如图 5 所示)，以在绕制磁心 2 0 之前绕制完成环形变压器的半圆部分 1 1。

磁心材料是较薄的类带状或带状物。磁心材料可预先绕成一崩紧的线圈，并可按所要制作变压器的尺寸取规定长度自动切断。然后将

线圈固定並做热处理，以消除其内应力。图 4 2 所示的予卷绕的环形线圈 6 1 4 是用于绕制上述变压器的半圆部分 1 1 和 1 2 的。

绕制过程的其余步骤是：通过半圆部分 1 1 和 1 2 间的在圆周上延伸的间隔将上述予先卷绕和予热处理的线圈卷在绕线管 6 9 2 上，将上述部件成品安装在支座 8 0 上，完成低压线圈 4 0 与高压线圈 6 0 间的联接，将上述部件固定在套式结构 8 5 中。

低压线圈绕线机的描述如下。

低压线圈绕线机见图 9。绕线机 1 0 0 有四个主要分部件：成型辊胎部件 1 0 2，扭曲头分部件 1 0 4，压力辊分部件 1 0 6 和贮存辊胎分部件 3 2 6。

成型辊胎分部件 1 0 2 有一成型或卷绕辊胎 1 0 8，该辊胎有一型腔 1 1 0，腔的侧壁 1 0 9 和底面 1 1 1 的周围形成的饼式型腔是用来接受末成型的双股低压导线 1 1 2 並配合压力辊将导线绕制成饼式线圈 1 1 3，如图 1 0 所示。图 1 0 a 是楔式或饼式线圈 1 1 3 的剖视图。图 1 0 是线圈 1 1 3 的四边形结构的侧视图。线圈的内侧是一长方形，外侧或外沿是一梯形。此外，线圈的一个或几个侧面是扭曲的。几个卷好的饼式线圈的绕组形成了环形变压器 1 0 的半环形低压线圈 4 1。如图 1 0 b 所示，在成型辊胎 1 0 8 的型腔 1 1 0 与线圈 1 1 3 对应的内侧 1 1 5 处，导线增加了径向深度並减少了轴向宽度；在相反区域，即在线圈 1 1 3 的 1 1 7 处，导线减少了径向深度並增大了轴向宽度。成型辊胎 1 0 8 固定在一传动轴上，並绕轴线 2 9 9 旋转，有关细节参见图 1 5。型腔 1 1 0 的底面 1 1 1 一般做成四边形。这一底面限定了四边形线圈 1 1 3。值得注意的是，型腔 1 1 0 对于需要在扭曲头分部件 1 0 4 与压力辊分部件 1 0 6 间运动

的成型辊胎108的轴线299有一可变径向位移，关于这一点将在以后加以解释。成型辊胎108有一沟槽114，用于在成型开始时接受低压导线112的金属线112a和112b的端部。沟槽114是成一定角度的狭缝，用以在第一圈成型时接受和保持低压导线112的端部。成型辊胎108转动，将导线112绕进型腔110中，并将导线112弯成饼式线圈113，有关细节见图17至图24。

如图11所示，扭曲头分部件104提供了将导线112的两股金属线112a和112b送入成型辊胎108的导向装置。扭曲头分部件104有一扭曲头116，它可以在其输入端118接受低压导线112的两股金属线112a和112b，并沿进给轴线119将导线的两股金属线引至其输出端120。扭曲头或导向头116的输出端120用于将低压导线112送进成型辊胎108的定向和定位。为实现低压导线112的定位与定向，扭曲头116须完成三种运动：绕其进给轴线119转动，沿水平枢轴线132转动和上下往复运动。

扭曲头116绕其进给轴线119的回旋是通过齿条122完成的。齿条112与扭曲头116的小齿轮124啮合。齿条122垂直于进给轴线119的前后往复运动带动扭曲头116交替地作顺时针和逆时针转动。齿条122的前后运动是由扭头汽缸126推动的。

扭曲头116固定在扭曲头台128上，扭曲头台128又用枢轴固定在框架130上以限制其绕枢轴线132作枢轴转动。枢轴线132垂直并相交于进给轴线119，同时又平行于成型辊胎轴线299。所装配的各支柱与轴承未在图11中标出，它们的作用是保证扭曲头116在辊胎108转动时自由地绕枢轴转动。

扭曲头台 1 2 8 有两细长通槽。这两通槽可用于接受垂直导杆 1 3 4, 以便在扭曲头台 1 2 8、导杆 1 3 4 和扭曲头 1 1 6 沿与辊胎轴线 2 9 9 约成直角且与之相隔的路径作上下往复运动时, 允许扭曲头 1 1 6 对导杆 1 3 4 自由地作枢轴运动。扭曲头台 1 2 8 与扭曲头 1 1 6 的上下往复运动依赖于扭曲头提升凸轮 1 3 6、扭曲头凸轮从动件 1 3 8、扭曲头凸轮提升臂 1 4 0 以及扭曲头凸轮提升杆 1 4 2 等部件之间的运动转换。一旦扭曲头提升凸轮 1 3 6 产生转动, 扭曲头凸轮从动件 1 3 8 就在扭曲头提升凸轮 1 3 6 的凸轮槽 1 4 4 中作上下移动。扭曲头凸轮从动件 1 3 8 的上下移动引起了凸轮提升臂 1 4 0 对于固定枢轴 1 4 6 的绕枢轴上下运动。扭曲头凸轮提升臂 1 4 0 的端部 1 4 8 连接在扭曲头凸轮杆 1 4 2 的下端。在凸轮提升臂 1 4 0 绕枢轴上下运动时, 凸轮杆 1 4 2 随之上下运动, 同时又驱使在 1 5 0 处与扭曲头提升凸轮杆 1 4 2 连接的扭曲头台 1 2 8 上下运动。扭曲头台 1 2 8 沿扭曲头导杆 1 3 4 作垂直运动。扭曲头提升凸轮 1 3 6 与成型辊胎 1 0 8 的转动相配合, 同时也使扭曲头台 1 2 8 及扭曲头 1 1 6 的上下往复运动与辊胎 1 0 8 的转动相配合。

扭曲头 1 1 6 的三种运动方式, 即转动、摆动或绕枢轴转动以及上下往复运动, 详见图 1 7 至图 2 4。有关低压导线 1 1 2 在成型辊胎 1 0 8 上的绕制过程也在图中按顺序标出。

压力辊分部件 1 0 6 包括圆压辊 1 5 2, 侧压辊 1 5 4 和 1 5 6 (侧压辊 1 5 6 如图 1 5 所示)。左容纳辊 1 5 8 和右容纳辊 1 6 0。圆压辊 1 5 2 固定在压力辊臂 1 6 2 上。压力辊臂 1 6 2 有一延伸凸缘 1 6 4, 该凸缘位于一对球压力轴承座 1 6 6 和 1 6 8 之间。这对轴承座限制压力辊臂 1 6 2 在由凸缘 1 6 4 确定的垂直平面上运动。在这一垂直平面

上。圆压辊152由一水平运动的连杆170在水平方向上驱动。该连杆与一水平运动的凸轮从动臂172相接。此外，圆压辊152在垂直方向上由凸轮从动臂174驱动。水平运动连杆170与垂直运动凸轮从动臂174是分别在枢轴171和173由压力液臂162滑配连接在一起的。水平运动凸轮从动臂172与垂直运动凸轮从动臂174是由压力辊组合凸轮176（为双凸轮）驱动的。该双凸轮有一水平运动凸轮槽178和垂直运动凸轮槽182。当固定在凸轮从动臂172上的凸轮从动件180在凸轮槽178中运动时，凸轮从动臂172绕固定枢轴184转动，同时驱动连杆170相对框架130左移或右移。连杆170的左移或右移，使得压力液臂162在凸轮从动臂174的左端绕枢轴173转动。这转动又造成圆压辊152的水平往复运动。垂直运动凸轮槽182用于接受固定于垂直运动凸轮从动臂174上的垂直运动凸轮从动件186。压力液组合凸轮176的转动，引起垂直运动凸轮从动件186的上下运动以及凸轮从动臂174对枢轴188的绕枢轴转动，也就形成了压力液臂162以及固定在其上的圆压辊152在垂直面作上下运动。组合凸轮176是与成型辊胎108的旋转相配合的。为使线圈能够按照图17至图24所述的顺序连续绕制，由组合凸轮176转动所传递的圆压辊152的水平与垂直运动应与成型辊胎108的转动相配合。概括地说，水平与垂直运动装置为使圆压辊152配合成型辊胎108转动，并且为充分保持圆压辊152，侧压辊154和156以及成形辊胎108之间的相应位置关系提供了手段。

术语“水平的”和“垂直的”是作为对所述具体装置的描述用语。即使这些用语没有加以限制，並可能被广泛地理解为关于成型辊胎108

轴线的径向和水平运动，它们也是适用的。

垂直运动凸轮从动臂174的枢轴188固定在四根压缩弹簧190上。这样当圆压辊152与成型辊胎之间发生阻塞或超压现象时，枢轴188可有限地向下运动，圆压液152可有限地向上运动。通常弹簧在固定枢轴188时处于无弹性状态。弹簧190的弹性较高，所以只有在某一故障发生而弹簧受压后才会移动枢轴188的位置。

左容纳辊158和右容纳辊160分别由中央轴辊192和194以及侧凸缘196和198组成。轴辊192和194跨于成型辊胎108周边与成型线圈113的周边之间。侧凸缘196和198跨在成型线圈113与成型辊胎108之间，以便在成型辊胎108转动时将成型线圈113夹持在成型辊胎108的型腔110内。在未完成线圈的一圈绕制之前，成型线圈113不得从成型辊胎108的环形槽110中取出，绕制过程见图17~24。

左容纳辊158固定在左容纳辊枢轴臂200上，该枢轴臂又被固定在枢轴202上，以在图中所示的平面内转动。左容纳辊158通过一压力气缸204被置于成型辊胎108的一边。该压力气缸被固定在固定枢轴座206与枢轴208之间。枢轴208位于支承左容纳辊158的左容纳辊臂200末端附近。

右容纳辊160固定在右容纳辊枢轴臂210的末端，该枢轴臂又被固定在枢轴212上。右容纳辊160通过右容纳压力气缸214被置于成型辊胎108的一边。右容纳辊压力气缸被固定在固定枢轴216与右容纳辊160的右容纳辊枢轴臂210末端附近的枢轴218之间。

参见图12，扭曲头部件104的这一结构是较为合理的。如图所示，扭曲头气缸126有一拉杆220，当空气或液压流体从管道222

和224流入时,扭曲头气缸126就将拉杆伸出或缩回,为形式沿箭头226所标方向的往复运动,以使扭曲头齿轮124配合成型辊胎108的转动而顺时针或逆时针转动,扭曲头气缸拉杆220应与扭曲头齿条124相连接。拉杆220的伸长程度以及由此产生的扭曲头齿轮124的旋转大小,由可控扭曲头齿条制动器228控制。可控扭曲头齿条制动器228与扭曲头齿条制动器座230是螺纹啮合的。这样,可以通过齿条制动器的转动控制制动器的向外和向内运动。

图12还示出了一固定在扭曲头导杆134上的随遇平衡撑232,该撑是用来在扭曲头提升凸轮136的控制下,确保每一导杆134的垂直运动与扭曲头台128的垂直运动一致。扭曲头导杆134可在固定在上导板236上的套管234中滑动,上导板是固定在框架130上的。扭曲头提升凸轮连杆142通过U形钩283与扭曲头台128连接。U形钩283固定在扭曲头台128的底面,并在枢轴150处与扭曲头提升凸轮连杆142联接。

扭曲头垂直运动减震器238如图12所示。垂直运动减震器238连接在导杆134的下端,以减缓扭曲头台128的降落。实践表明,绕线圈时,扭曲头台128的急速下降对扭曲头提升凸轮从动件134产生冲击负载,这一冲击负载通过扭曲头垂直运动减震器的作用得以减缓。

扭曲头分部件104的构造,详见图13。图中指出了扭曲头气缸126与将其固定在扭曲头台128上的固定架240。扭曲头台128上有一长槽242,用于放置直线承载导轨244。直线承载导轨244的作用是引导扭曲头齿条122做往复运动。扭曲头气缸126的传动轴220穿过固定架240与齿条传动头246相连接。齿条传动头246

上有凸台248,此凸台穿过直线承载导轨244的缝隙250,将齿条传动头246用螺钉252固定在齿条122上。齿条122由齿条盖板245和256定位。盖板有一凹槽258,为扭曲头座274提供安装间隙。

为图13所示,扭曲头116有一对扭曲头金属,线导向器260和262,导向器260有一对为接受低压导线而设计的轴向狭缝或导槽264。导槽264与进给轴线119完全平行,但在其通过导向器260时稍有靠拢。这样双股金属线112a和112b在出口端120被紧密靠拢,并被成束地导至成型辊胎108。扭曲头金属线导向器260、262被一扭曲头轴套266套接在一起。该轴套包住导向器260和262,并通过螺钉272与导向器260与262上的凸缘268,270相连接。扭曲头116是用轴承276安装在扭曲头座274中,可绕进给轴线119回转。小齿轮124通过键槽280与键278以及扭曲头116的平面284和螺钉282,被固定在扭曲头116上,并且两者均在进给轴线119上。进给轴线119与成型辊胎108的轴线正交。

扭曲头台128与垂直导杆134用枢轴132连接,可绕枢轴转动。见图13和13a。两个支架285被固定在靠近狭缝133处,导杆穿过此狭缝。两个固紧件287穿入导杆134上的经向孔和支架285上的口289。固紧器287使得支架285连同扭曲头台一起绕枢轴132转动。

参见图12和14/可较好地了解压力辊臂162的固定方法。压力辊臂162有一被置于两压力辊臂固定架286与288之间的凸缘164。U型固定架286和288分别在U型的弯处固定有压力辊臂轴承座166



和168。U型的两个侧面被牢牢地固定在扭曲头导引面236和低压线圈绕线机100的框架130上。轴承座166和168正对着压力辊臂162的凸缘164，将压力辊臂定在垂直平面上，但允许它作平行于垂直面的运动。

各压力辊与成型辊胎108的配置如图15所示。在图中可以看到成型辊胎108以及带有低压导线112的型腔110。应当注意，在成型辊胎108底侧，即与环形变压器径向内侧115的对应位置上，金属线112a和112b成径向重叠排列；在成型辊胎顶侧，即与环形变压器径向外侧117的对应位置上，金属线成轴向并置排列。

成型辊胎108通过螺钉被固定在背平板290上，此背平板包含有一径向凸缘292。在与凸缘相对应的成型辊胎108的定位板稍有突出。背平板290又被一大螺母296固定在<sup>外</sup>传动轴294上。外传动轴294安装在轴承298和300上，可以绕成型辊胎轴线299转动。并且电机或传动装置301（图9）通过一对输入链轮297驱动。除传动链轮297外，外传动轴294还包括有用于驱动压力滚组合凸轮176的输出链轮组302和一驱动提升凸轮136的单链轮304，轴承300的左边是一增值扭曲传动装置306，具有关细节将在以后叙述。

现在再来叙述成型辊胎108。圆压辊152被配置在与成型辊胎周边相关的预定位置上。圆压辊152压在成型辊胎108的周边使低压导线112在型腔的顶部变形。这一变形在横向是通过前侧锥形压辊156来完成的，该锥形压辊压在成型辊胎和导线112的前侧。造成低压导线相对型腔宽度的横向（轴向）形变。侧压辊156

呈锥形，这样在侧压辊与成型辊胎之间啮合线的每一点上啮合面以同一速度运动。此外，锥形压辊156的截顶锥头位于轴线299上。由于限定了成型辊胎啮合面与侧压辊啮合面之间的最小速度差，滑动损耗降到最小值。必须注意，圆压辊152是位于侧压辊156与背平板290的凸缘292之间。背平板290是由压在其背面的后侧压辊154支撑的。在前侧压辊156完成一成型操作的同时，后侧压辊154仅作为逆向装置以抵消前侧压辊156产生的轴向成型作用力。基于前面已述的同一理由，后侧压辊154也呈锥形。

如图15所示，左容纳辊158有一邻接成型辊胎108周边和背平板290的轴辊192，轴辊的凸缘196跨于成型辊胎与背平板290将金属线112a和112b夹持在型腔内。为容纳背平板290的凸缘292，轴辊192提供了一接受凸缘292的中央凹槽293。由于容纳辊158和160不提供成型操作，因此它们在成型辊胎及低压导线上的作用力是有限的。此外凸缘196与成型辊胎的侧边以及背平板290之间的速度差不会形成较大损耗。

压力辊的安装如图16所示，侧压辊154与156被固定在侧压辊支承块308上，且可旋转。该支承块又被固定在侧压辊固定臂310上。特别是侧压辊固定臂在一可容纳支承块308的向内分叉件312。支承块308由固定件314和316固定在固定臂310上。固定臂又依次被牢固地安装在框架130上。使得侧压辊在成型辊胎转动时保持固定位置，但可绕其轴线转动。基于这种考虑，侧压辊156必须有足够高度以便在成型辊胎108的长边中心或对角线与其接触时，侧压辊可以从最低点至最高点与低压导线112在成型辊胎中的全部转动相啮合。

成型辊胎108，扭曲头116，圆压辊152以及侧压辊156的各种运动与位置关系顺序参看图17至图24。

图17和17a标明了第一线圈从绕制开始到大约四分之一圈时各执行零件的相互位置。应当注意，在第一线圈成形时，导线112的末端被放置并保持在槽114中。如图17所示，此时成型辊胎已绕其轴线299顺时针转到辊胎第一拐角318的位置。在拐角318处圆压辊152与低压导线112接触。图17和17a说明了这一绕制过程的两个基本情况。

首先，圆压辊152和低压导线112之间的水平接触线或啮合线与侧压辊154和156的垂直中心线相交。垂直中心线又是侧压辊156与低压导线112之间的接触线或啮合线。确定上述位置关系是为了形成一个型窗。该型窗位于水平与垂直接触线及环形槽110所限定的一元平面内。这样，在低压导线112经过型窗时就被约束在型腔110的顶部、底部及两侧。由于有型腔110以及压力辊152和156对低压导线112的限制，使得有不同截面的低压导线的成型得以实现。若导线不是被限制在一元平面内，未约束边将减弱作用在约束边上的压力，这样就妨碍了线圈的成形。

其次，低压导线112以直线形沿进给轴线119穿过扭曲头116进入型窗。这一直线位置关系可通过由提升凸轮136和辅助升降装置控制的扭曲头116的高度和扭曲头在枢轴132的倾角来确定。应当注意，扭曲头116的倾角无需加以控制。这是因为当其绕枢轴132自由转动时，可自行选择最佳倾角。扭曲头的升高是通过凸轮136对其从动臂140和连杆142的作用加以控制的。由于凸轮的几何构造是用于即时系统的，因此这一直线位置关系不能一直保持下去。

由于侧压辊154和156被固定于框架130，则所有在圆压辊152与侧压辊154和156之间的运动取决于圆压辊152的运动，即圆压辊152在圆压辊臂162所在平面内的水平与垂直运动。具体地说，当成型辊胎的转动产生了对圆压辊的可变径向位移时，凸轮从动件186在组合凸轮176凹槽182中的运动引起垂直运动凸轮从动件174绕枢轴188的转动，从动件174绕枢轴188的转动使得圆压辊152升高或降低，这样就在圆压辊<sup>152与成型辊</sup>胎108之间保持了相应位置关系。圆压辊的水平运动是这样形成的。水平运动凸轮从动件180在组合凸轮176的导槽178中的运动引起水平运动凸轮从动件172绕其枢轴184的转动。这一转动又引起水平运动连杆170的运动。连杆170的运动又引起压力滚臂162绕枢轴173的转动，这样就完成了圆压辊152的水平运动。为接纳成型辊胎的拐角318，圆压辊已从轴线299移至最大径向位移处。图17还示出在进行上述导线的绕制工序时，圆压辊152在侧压辊156的轴线横向定位的情况。

在成型辊胎108绕轴线299转动时，扭曲头116绕进给轴线119的转动位置是由小齿轮124和齿条122决定的。图17和图17a说明了在线圈113外侧117处导线112成并置排列的定型情况，同时还说明了为使导线在成型辊胎108拐角318处成并置排列定型，扭曲头116的定位情况。

图18说明了当成型辊胎绕轴线299顺时针转动其拐角318已转过垂直中心线时，低压线圈卷线机100各部件间的互相位置关系。应当注意到，通过提升凸轮136，扭曲头的高度升高、倾角变小，这样使得扭曲头与导线和成型辊胎之间的啮合线基本保持直线关

系。同时还应注意，圆压辊与导线的啮合线是通过侧压辊156的轴线的。

如图18所示的扭曲头绕进给轴线119回转，刚刚超过垂直线的情况。这一回转扭曲了低压导线112的金属线，使得在线圈113外侧117（对应于成型辊胎的侧边319）上成轴向并置排列的金属线转变成在线圈内侧115（对应于成型辊胎的侧边321）上的重叠径向排列。为了在拐角320处得到 $90^\circ$ 扭曲度，过度扭曲是必要的。由于扭曲头116与拐角320之间的距离很小，因此只需要很小的过度扭曲就可以了。

图19和19a示出了，当成型辊胎继续绕轴线299顺时针转动，第二拐角320接近圆压辊时各部件的运行位置。应当注意，金属线112a和112b从在拐角318的轴向并置排列到拐角320的径向重叠排列的全部转换发生在线圈的短侧，即环形线圈113的底侧315和顶侧317（图10）。同时要注意圆压辊与导线112间的啮合线应与侧压辊156的轴线保持一致。这是通过将圆压辊152向右移动，如图19所示，直至侧压辊轴线后的某一位置才完成的。还应注意，扭曲头116基本保持水平状态，使对导线112与成型辊胎108的接触点，即拐角320提供一基本直线。此时扭曲头不绕进给线119转动，如图18和图19所示。

图20所示，是绕制工序继续的情况。借助于圆压辊与侧压辊152和156以及低压导线112之间的啮合线所形成的型窗，使低压导线沿成型辊胎的侧边321从拐角322移动，形成了线圈113的径向外侧115。在绕制过程的这一阶段，低压导线的金属线112a和112b被径向重叠，为形成环形低压绕组提供了必要

的饼式结构。尤其应注意到。此刻扭曲头116已降低到低于辊胎轴线299的位置323（如图17中虚线部位所示），并开始绕枢轴向上转动，与保持与由圆压辊152与侧压辊156形成的型窗的直线关系。此外，圆压辊已相对侧压辊向前向下移动，以便将型窗保持在侧压辊中心线的一元平面内。这样，当成型辊胎108侧边321的中心接近圆压辊152和拐角320，离开圆压辊152时，圆压辊152在侧压辊156轴线的前面定位。在图19~20中，扭曲头116没有绕进给轴线119转动。

上述绕制工序的继续以及压力辊152和156在对应于环形变压器线圈外侧115的成型辊胎侧边321中心的定位。如图21所示。应当注意、此时扭曲头116已略向上移并绕枢轴转动接近水平位置。不过，在图20和图21中，扭曲头116没有绕进给轴线119转动。圆压辊152继续向下，移到接近辊胎轴线299最小的径向位置，且略偏于侧压辊156轴线的右面。

在图22中，成型辊胎继续绕铁芯轴线299转动以完成线圈内侧的成型。当拐角322升起时，扭曲头也升起，但同时绕枢轴转动，以保持一近似水平状态。如图21—22所示，扭曲头不绕进给轴线119转动。在图22中，为适应侧边321的倾角，圆压辊152已相对侧压辊156向右移动，以便在侧压辊156的中心线上保持圆压辊152与低压导线112的啮合线。这样，当拐角322接近圆压辊152以及侧边321的中心离开圆压辊时，圆压辊152处于超过侧压辊156的轴线位置。

如图23所示是成型辊胎108继续绕其轴线299顺时针转动的情况。为适应导线由径向重叠排列转变为环线圈113的外侧117

所要求的轴向並置排列，扭曲头沿进给轴线顺时针转动略超过 $90^\circ$ 角以形成过扭曲。设计这一过扭曲是为使下一拐角，即拐角3 2 4充分啮合水平配置的导线1 1 2。应注意，当水平放置的低压导线1 1 2的金属线1 1 2 a和1 1 2 b被扭曲时，扭曲大小相对于水平线有一角度范围，例如可取 $20^\circ - 30^\circ$ 。由于扭曲头1 1 6与成型辊胎1 0 8的拐角3 2 4之间存在间隙，还由于金属线的扭曲是在成型辊胎1 0 8的拐角3 2 2与扭曲头输出端1 2 0之间进行的，因此可利用成型辊胎1 0 8与拐角3 2 4之间的间隙使扭曲头过度转动，这样在成型辊胎顺时针转动时，低压导线1 1 2在成型辊胎拐角3 2 4与导线的交切处成水平放置。为配合拐角3 2 2与高点的移动，圆压辊1 5 2已升起並接近其最大高度，同时相对侧压辊1 5 6的轴线移有左移，以将型窗保持在侧压辊的轴线上。与此同时，扭曲头升至其最大高度，並完全处于水平定向状态。

图 2 4 是低压绕组的完整线圈1 1 3的最后完成情况。低压导线1 1 2的金属线1 1 2 a和1 1 2 b轴向並置排列作为环形变压器绕组的外侧1 1 7。此时，扭曲头已移至轴线2 9 9的下方，並开始绕枢轴向上转动，以便与成型辊胎1 0 8平面3 1 9保持准直线状态。圆压辊1 5 2左移以将其与导线1 1 2的啮合线保持在侧压辊1 5 6的轴线上。如图 2 3 至图 2 4 所示，在上述过程中，扭曲头1 1 6没有绕进给轴线1 1 9转动。在第一线圈1 1 3绕制完成之前，低压导线1 1 2的末端离开槽沟1 1 4並被置于侧压辊1 5 6的外侧，以便进行续线圈的绕制。

如图 1 7 一图 2 4 所示，左容纳辊1 5 8和右容纳辊1 6 0随成型辊胎1 0 8的形状动作，並將已成型的线圈1 1 3在型腔1 1 0上

定位。当容纳辊158和160尚未受控动作时，在其储气筒204和214的作用下一直压在成型辊胎108上。

如上所述，圆压辊152和侧压辊156以及成型辊胎108形成的位于侧压辊156轴线的一元平面的型窗是符合成型要求的。由于机械凸轮构造的限制，这一型窗可以符合要求但并不精确。这样可以考虑用控制电机取代凸轮136和176，使圆压辊152得以精确定位，以便在侧压辊156轴线所在平面上提供所需的型窗。这样也就无需考虑机械凸轮的配合问题了，这一设计构思已包括在本发明权利要求的范围内。

图10示出了几个已成型的低压绕组线圈113。应当注意，绕组是双股的（由金属线112a和112b组成），其特点是在线圈的径向内侧115导线经向重叠，在径向外侧117导线轴向并置，径向重叠与轴向并置之间的转变是在线圈的顶部317或底部315上进行的。由于这一转变被限制在绕组的顶部和底部，使得线圈的间隙系数得以改善，双股扭曲线圈在顶部和底部的重叠得以实现。此外，如图10a所示，线圈113的饼式结构无论从上还是从下观察仅是近似而已。这一饼式结构可通过提高由圆压辊152和侧压辊156提供的成型力而相应增大。在导线112予绝缘情况下，应选择适当压力，在不影响绝缘层绝缘质量的情况下，控制导线的扭曲。由于绝缘层具有一定程度的弹性和拉应力，因此可适当增大扭曲。在导线未予绝缘情况下，扭曲可充分增大以形成理想的饼式结构。

侧压辊156的工作宽度可有效地将成型线圈113从成型辊胎108上剥落。当成型线圈113被剥落时呈弹簧状，如图25所示。连续绕组最后用于环形变压器的成型时，线圈被压成相互邻接状。



辊胎3 2 8与第二贮存辊胎3 3 0的长度要足以容纳环形变压器低压绕组的完整的成形线卷1 1 3部件。

实践证明，导线在成型辊胎1 0 8被弯曲后，由于导线材料的自然弹性，成型线圈1 1 3拐角的成型角略大于 $90^\circ$ 。其结果是，成型线圈四个拐角角度总和大于 $360^\circ$ 。换言之，由于每一拐角没有被弯成正 $90^\circ$ 度角，因此成形线圈不是理想线圈。如果低压线圈1 1 3的四个拐角之和与 $360^\circ$ 出现角偏差时，则低压导线的四个拐角应处于未约束状态在一水平轴线上得到补偿。由于每一线圈的四个拐角之和大于 $360^\circ$ ，即由于每一拐角都积累临近拐角的角偏差，使得四拐角角度之和与 $360^\circ$ 出现角偏差，所以线圈拐角在自然状态下呈螺旋形。

造成线圈呈自然螺旋状的弯曲不足，可由复式贮存辊胎加以弥补，如图2 5。复式贮存辊胎分部件3 2 6是一种过弯曲的装置，用以接受来自成型辊胎1 0 8的弯曲不足的线圈1 1 3，用过绕的方法来补偿弯曲不足。第二贮存辊胎3 3 0可相对第一贮存辊胎3 2 8周期地过度转动以形成对成形线圈1 1 3的附加弯曲，使得线圈1 1 3的拐角接近 $90^\circ$ 。过度弯曲是在线圈处于未约束状态，其拐角相对水平轴线定位时发生的。这一过度弯曲是当三个线圈3 5 8、3 6 0和3 6 2在第一贮存辊胎3 2 8与第二贮存辊胎3 3 0从 $0\sim180^\circ$ 按顺时针旋转而完成的。由于低压导线的线圈1 1 3是被约束在第一贮存辊胎3 2 8的四根棱柱3 4 2上，类似地，在第二贮存辊胎3 3 0上的低压导线的线圈1 1 3也是被约束在四根棱柱3 5 6上。因此，第二贮存辊胎3 3 0相对第一贮存辊胎3 2 8过弯曲运动是独立地作用在三个无约束线圈3 5 8，3 6 0和3 6 2上的。作用在线圈3 5 8，3 6 0和3 6 2上的过度弯曲，弥补了发生在成型辊胎1 0 8的弹性回弹和弯曲不足。第二贮存辊胎3 3 0

低压导线绕线机100第四分部件贮存辊胎分部件326如图25至图26所示。该分部件包括第一贮存辊胎328和第二贮存辊胎330。第一贮存辊胎有一输入端盖332。该端盖由联轴器334连接。随着成型辊胎和外传动轴294一起转动。第一贮存辊胎还有一输出端盖336。该端盖内轴承340安装在支承柱338上。支承柱338的宽度小于两成形低压线圈113的间距。第一贮存辊胎有四根棱柱342固定在输入端盖与输出端盖之间。使形成一矩形截面的支承结构用来支撑已绕好的线圈113。当外传动轴294转动时，成型辊胎108和第二贮存辊胎328相应转动。当导线112在成型辊胎上被绕成四方的饼式线圈113后，侧压辊156不断地将线圈剥落在与成型辊胎转动相一致的贮存辊胎328上。

第二贮存辊胎330有一输入端盖346。该端盖用定位螺钉350与键固定，同时该输入端盖又被固定在一内传动轴348上。内传动轴贯穿于第一贮存辊胎328与成型辊胎108之间并与外传动轴294同轴线。套管349被配置在第一贮存辊胎输出端盖336与内传动轴之间，用于将内传动轴348支承在支承柱338上。第二贮存辊胎330有一输出端盖352，该端盖通过定位螺钉354与键固定在内传动轴348上。第二贮存辊也有四根棱柱356，这四根棱柱固定在输入端盖346与输出端盖352之间，使形成一矩形截面的支承结构用来支撑已绕好的线圈113。应当注意，第二贮存辊胎330是悬挂在外支承柱338上的，这样容易将已成形的线圈113从第二贮存辊胎330上取下。

低压导线112的已成形线圈113一离开第一贮存辊胎338就穿过垂直支承柱338的间隙，落在第二贮存辊胎330上。第一贮存

对第一贮存辊胎328的过度转动。由机械装置控制在成型辊胎每转动三周后开始。这样每一次都有三个成型不足的线圈358、360和362得以过弯曲成型。没有一个线圈须进行第二次过度弯曲成型。

由于第二贮存辊胎330被固定在内传动轴348上。因此它可以对第一贮存辊胎326作 $0\sim180^\circ$ 的过度转动。内传动轴348可通过如图15、图27和图28所示的装置相对外传动轴294作 $0\sim180^\circ$ 的独立转动。应当注意,除非为了作 $0\sim180^\circ$ 过度转运,一般情况下内传动轴348与外传动轴294一起转动。

如图15、27和28所示,外传动轴294与一可随其转动的外附加传动轴364相连接。内传动轴348一直延伸到外传动轴294及外附加轴364。在内传动轴348与外附加轴364之间同轴地配制一个过扭曲线性凸轮366。该凸轮366固定在外附加轴364内侧。并用与凸轮上的轴向槽369相配合的键销368与外附加轴配合,随外附加轴一起转动。由于键销与轴向槽的配合使得凸轮366可相对外附加轴364作轴向运动。内传动轴348有一键销370。此键与线性凸轮366的凸轮槽相配合。凸轮366上的轴向槽是由凸轮角表面372与凸轮轴向表面374所形成的V形槽。

仔细观察图29a、29b及29c,可以发现过扭曲凸轮366对于内传动轴348和外附加轴364向右的轴向运动使得键销370压靠在凸轮角表面372上,并向上移动造成内传动轴348相对外附加轴364的顺时针转动(从右边看)。当凸轮366的右移结束时,键销370已与过扭曲凸轮366轴向面接触。当凸轮366相对内传动轴348和外附加轴366向左退回时,由于内传动轴被驻留在贮存辊胎330上的过弯曲线圈定位,键销370在轴向凸轮平

面374的附近保持其已按顺时针转动的位置。换言之。V型凸轮槽根据“V”型角度的大小能允许 $0 \sim 180^\circ$ 的滞后运动。如图所示。V型凸经提供大约 $50 \sim 60^\circ$ 转动角为好。当内外传动轴348和294继续转动并绕制在贮存辊胎上的其余线圈113时。过弯曲线圈移至第二贮存辊胎330。未过弯曲线圈被移至第一贮存辊胎328与第二贮存辊胎330之间。并引起第二贮存辊胎逆时针转动。这一逆时针转动直至簧销370回到凸轮角表面372后才结束。此时又有三个未过弯曲线圈驻留在第一贮存辊胎之间。这三个线圈又一次通过凸轮366的右 被过弯曲。这一过程在每三个线圈过弯曲之后重复一次。之后过弯曲线圈113连续地滑至第二贮存辊胎330。图30示出这一过卷绕过程完结时的情形。

使凸轮366相对内传动轴348运动的装置如图27所示。一个双气缸支架376被固定在低压线圈绕线机100的主框架130上。支架376有一对容纳并固定气缸380的垂直装配凸缘378。每一个气缸380有一控制棒382。该控制棒穿过凸缘378上的圆孔384并在圆孔388与一推挽箍圈部件386相连。推挽箍圈386有一中心轴承座390和一用于容纳和固定轴承394的固定轴承盖392。轴承394可容纳凸轮366并与其转动配合。轴套395被固定在凸轮端396上。这样就将凸轮366固定在推挽箍圈386上。

如图15所示。当气缸380伸出时。推挽箍圈386处于虚线397所标的位置。同时凸轮366退回到图29a和29b所示的位置。当气缸380缩回时。推挽箍圈386右移回到图15中实线所标位置。与此同时。凸轮366也向右移动。如图29a所示。造

成键销370沿凸轮角面372移动,使内传动轴348相对外传动轴294顺时针转动。这一转动引起第二贮存辊胎330相对第一贮存辊胎328的顺时针转动,使得位于两贮存辊胎之间的三个线圈358、360和362得到过弯曲。综上所述,附加卷绕补偿了卷绕不足并使成型线圈113的所有拐角准确成型。

当气缸380伸出使推挽箍圈386左移时,左移位置如图15中虚线397所示。由于过弯曲线圈113的把持作用,内传动轴348保持原顺时针转动位置,以将键销370还原到凸轮角面372上。

如上所述,一旦有三个线圈在成型辊胎108上成型后,第二贮存辊胎330就相对第一贮存辊胎开始在 $0\sim180^\circ$ 范围内顺时针转动。为便于在成型辊胎108上成型线圈113的计数,外附加轴364配有两个带凸台399的轴套398,轴套与一可记录外附加轴364和成型轴转数的计数装置相啮合。外附加轴364每转三圈,计数器就出现一个信号(产生信号的方法没给出),该信号控制气缸380的伸出与收缩,使第二贮存辊胎328相对第一贮存辊胎330在 $0\sim180^\circ$ 范围内作顺时针转动。尽管上述过弯曲装置与方法是用于饼式矩形线圈的绕制,但同样方法也可适用于相关定向线圈的绕制。总之,任何上述过弯曲装置与方法的应用均属于本发明权利要求的范围。

图31a至31c示出另一个双股低压导线301的具体装置。如图31a所示,双股线圈301有截面为小梯形导线303a和大梯形导线303b,这两根导线在线圈的径向内侧重叠排列在径向外侧并置排列。应当注意,在径向内侧导线303a和303b组成一梯形,在径向外侧成平行四边形。线圈通过如图31b和31c所示

的组合扭曲导引头309，由图31a所示的连续导线卷绕成型。应当注意，扭曲头有一进给大梯形导线的固定导引头305和一进给小梯形导线的转动导引头307。有一导引头有成型导引通道紧密配合其梯形导线。转动导引头307可顺时针或逆时针转动 $180^\circ$ ，以形成在图31b和31c的定位。

使导线303a和303b进入如图31所示成型位置的装置如图31d和31e所示。该装置包括外侧导引辊311a和311b。该侧导引辊相对转动的垂直空间坐标轴而定向。导引辊按箭头313a和313b指示的方向伸出或回缩。外侧导引辊邻接一矩形横截面芯体被定位，并且在转动导引头307处于图31b所示位置。环形低压导线线圈外侧成型时沿箭头方向伸出。外侧导引辊与导线303a和303b的啮合使线圈301的外侧或并置排列定型。在线圈外侧成型后，外侧导引辊沿箭头方向复位。当线圈顶侧成型后，导线可按图31c所示重新定位时，转动导引头顺时针旋转 $180^\circ$ 。

在环形低压线圈301的内侧成型时，位于空间坐标轴上的一对内侧导引辊315a与315b，沿箭头317a和317b指示的方向向内移动，同导线303a和303b相啮合，如图31e所示。在线圈301的内侧成型时，内侧导引辊315a和315b将导线成叠排列定型，如图31e所示。之后，在线圈底侧成型时，转动导引头307逆时针转动，内侧导引辊315a和315b就缩回。这一过程连续重复至线圈成型完毕。

另一双股低压绕组331的具体装置如图32a—32e所示。绕组331包括由连续导线制成的内侧双股导线323a和323b，和外侧双股导线325a和325b。导线323和325被一绕制

的绝缘片3 2 7 隔开。导线3 2 3 和3 2 5 的矩形截面的一个尺寸大于垂直尺寸。导线在3 2 3、3 2 5 绕组的径向内侧竖直排列，在径向外侧並肩排列。换言之，每一导线的高截面放置在绕组的径向内侧。低截面放置在绕组径向外侧。

导线3 2 3 和3 2 5 通过图3 2 b 和3 2 c 所示的扭曲头3 2 9 绕制成图3 2 a 所示的结构。扭曲头3 2 9 从图3 2 b 所示位置顺时针转动 $90^\circ$ 到图3 2 c 所示位置，而后逆时针转动 $90^\circ$ 回到3 2 b 的位置。导线扭曲头内的导引通道导引，扭曲头相对其转轴及导线对的拐角被定位。当导线3 2 3 和3 2 5 由图3 2 b 和3 2 c 所示的定向扭曲头送至有四边形截面的转动辊胎3 3 3 时，即被适当定位，如图3 2 a 所示。参见图3 2 b 和3 2 d，图中示出了导线在绕组径向外侧的定位情况，从图中可以看到通过圆辊3 3 5 导线以低截面成並置排列。在图2 3 c 和3 2 e 中可以看到，由于扭曲头顺时针旋转 $90^\circ$ ，如图3 2 b 所示，导线再次被並置排列定位，但以适合绕组径向内侧成型的高截面排列的形式出现。扭曲头3 2 9 的转动发生在环形绕组的内侧与外侧在辊胎3 3 3 上成型之后，这样便导线3 2 3 从重叠排列到並置排列的转换发生在环形绕组的顶侧与底侧。当然由导线3 2 3 a 和3 2 3 b 绕到的内侧环形线圈要先于由导线3 2 5 a 和3 2 5 b 的外侧线圈的绕制。内侧线圈绕成后，绝缘片3 2 7 可绕在内侧线圈上。由于使用了绝缘片，内侧线圈可接在双输出电源120/240 伏的120 伏电压回路，外侧线圈可接出另一120 伏电压回路，并使这两个电压回路在变压器磁心中得以分配。

低压线圈的另一个具体装置，是使用由五根连续圆导线组成的线圈，导线通过一导引头並排成直线定向，该低压线圈的绕制是在一有

四边形的扭形框架上进行的，该线圈的结构是。在线圈径向外侧有每组5根导线几组导线并置排列，在线圈的径向内侧两组导线重叠排列。绕制过程是通过汇集在环形线圈顶侧和底侧上的每组5根的两组导线并将其引至环形线圈径向内侧的重叠位置而完成的。这过程直到绕完全部120伏线圈后才结束。绝缘片绕在第一伏120伏特区的顶端，在第二120伏特区的顶端也要绕上绝缘片。在这一具体装置中，使用5根13号绝缘圆铜导线。总之，导线数目，导线材料，导线形状，导线规格可由设计者选择。此外，只要环形线圈能提供较大的综合厚度与宽度，环形线圈内侧与外侧上绝缘片的数目就可以改变。

应当注意的是，没有必要限制低压导线绕组每一线圈导线的根数，以及导线的特定形状或饼式线圈导线的排列方法。

高压线圈绕线机的说明如下。

如图33所示，高压线圈绕线机400包括一个计算机数控器402和一个绕线机404。数控器402可用美国俄亥俄州辛辛那提通用电气公司出品的Mark Century 2000 Mc CNC型控制器，此数控器402绕线机404上的控制电缆接线盒406是用一根控制电缆405连接的。数控器402将各种功能的信号通过电缆408传给控制绕线器404，此将在下面阐明。绕线机404主要含有两个部件，即一个回转辊胎部件410和一个导线定位部件412。当辊胎回转时导线定位部件能够使导线在辊胎上精确定位，导线412按予定的形状绕在辊胎上，就可得出几个全部连接的高压线圈或绕组413。在主视图(图2)中，绕圈413是楔式或饼式的，而在侧视图(图3)中，线圈是普通的矩形截面。回转的辊胎部件410包



括一个轮胎组件414，此组件绕辊胎轴线417回转，使导线416绕成予定的形状，得到全部连接的饼式高压线圈413。

辊胎组件414有一个成形辊胎，辊胎轴418使此辊胎绕轴线417回转。在辊胎传动座（无图示）在轴418和辊胎组件414之间起传动的作用。辊胎轴418是用左辊胎轴承422和右辊胎轴承424支承的，可以回转。伺服电机426通过减速传动装置428和辊胎轴传动皮带轮430将转动传至辊胎轴418。辊胎轴418同时带动装在其左端的辊胎定位凸轮432回转，此凸轮辊胎定位开关434的滚柱随动件的啮合是相互协调的。在定位凸轮432上有一个棘爪436。它可以和定位开关434的滚柱相啮接，这用来指明在测量辊胎组件414的轴线时此辊胎组件的测定位置。此将在下面详述。

辊胎组件414有一个四方形的辊胎管438，用作辊胎组件414的中心支承件。线圈侧型板440是一块楔状板，每块板均有一四方孔可将辊胎管438放入。这些楔状板，沿着轴线417的径向被装在管438上。这些线圈侧面型板440，当从高压线圈413的顶部或底部（沿箭头441所示方向）投视时，是呈楔状或盘状的。应当注意，每一线圈侧型板440有一个导线交绕导向销444，此销固定在侧型板靠近高压线圈的顶部和外侧转接处的边缘上。线圈内型板442有一个相同的四方孔，它们被插在线圈侧型板440之间，用于使线圈侧型板440均匀地位于管438上。要注意，线圈内型板442的饼形刚好与线圈侧型板440的饼形相反。线圈侧型板440和线圈内型板442的饼形取决于高压线圈413所要求的饼形。如图2所示，饼式高压线圈413在其径向内侧443是狭的。为了构成饼式高压线圈413的

径向内侧443的形状，在饼形的内面445处，线圈内型板442具有较小的轴向厚度，线圈侧型板440具有较大的轴向厚度。线圈内型板442，在盘状部分的内面445处，从顶部至底部也具有较大的高度，使这个形状通常能适应低压导线的梯形连同所附加的绝缘套50。线圈侧型板440在饼状部分的内面445处具有较大的深度，适应了线圈413在其轴向最狭点上所具有较大的径向厚度。每个线圈内型板442及其两个相邻线圈侧型板440被安装在辊胎管438上，形成一个容纳导线416线圈的型腔。

装配辊胎部件414时，交替地将线圈侧型板440和线圈内型板442装在管438上，使它们紧靠着左线圈型板夹具446。当线圈侧型板440和线圈内型板442被紧紧地装在管438上，并将右线圈型板夹具448固定在管438上，用紧固螺钉450将线圈侧型板440和线圈内型板440夹紧在如图33所示的位置。要注意，在图33中一部分辊胎部件414是被剖开的，是为了容易看清楚。

如上所述，辊胎部件414的旋转是由安装在管438左端支架上的传动座带动的。辊胎部件414的右端是借固定在管438右端的支架452来支撑的。支架452具有一个中心，此用于与尾座组件456的顶尖件454啮接的。辊胎部件410安装于框架组件458上，此框架组件有一个用于支承伺服电机426的方形件460和轴承422及424，框架组件458还有一个主要件462，用于支承金属线定位部件412和尾座456。

金属线定位部件412含有一个伺服电机464，此电机借电机座468安装于左立柱466上，伺服电机464驱动带有规定螺矩

的丝杠470，此丝杠被安装于466和右立柱472之间。丝杠是依靠左轴承474和右轴承（无图示）来支承的。导向光杠478位于丝杠470上面，且与支平行，它被安装在左立柱466和右立柱472之间。

移动座480借上滑动轴承482与导向光杠478滑动连接。移动座480还有一个传动球螺母484，其螺距与丝杠470的螺距是一致的，伺服电机464使丝杠470回转，从而螺母484向左或向右移动，移动座480也相应地向左或向右移动。要注意，在移动座480的下端有一滑动轴承532，它与供支承移动座480和导向的导向光杠534连接。下导向光杠534支承在左立柱466和右立柱472上，如图所示，并且平行于丝杠470和上导向光杠478。

移动座480带有一个倾斜轴线的轴承箱486，此箱带动斜轴488回转，斜轴是由伺服电机490驱动的。在斜轴488上有一个提升凸轮辅助机构494，装在一个轴承上，可以绕斜轴回转。在斜轴488上还固定了一个随斜轴线497回转的脚轮臂496，如图示。

由图33a可清楚看出，在脚轮臂496上的轴承500连接了一个可以回转的金属线定位轮架498。金属线定位轮架498可绕通过脚轮轴承500中心的轴线568回转，此轴线与斜轴线497和辊胎轴线417成直角。金属线定位轮架498分成两个导线臂502，此两臂用于安装金属线定位轮504的轴。金属线定位轮504的轴。金属线定位轮504安装在绕轴线（正交于轴线568和斜轴线497，相对金属定位轮架498作回转的轴承上。在金属线定

位轮 5 0 4 的轮缘上有一槽 5 0 6，此槽用于引导金属线 4 1 6 到型腔中。脚轮臂 4 9 6 上还有一个金属线导架 5 0 8，架上装有前导轮 5 1 0 和后导轮 5 1 2。前导轮 5 1 0 和后导轮 5 1 2 各自装在导线导架 5 0 8 上，可以转动，并且每个导轮在轮缘上有一供引导金属线 4 1 6 用的槽。利用一合适的弹簧（无图示）使金属线导轮 5 0 8 向上偏斜，带着导轮 5 1 0 向上偏斜，金属线 4 0 6 就被张紧。脚轮臂 4 9 6 上还有一个固定在前面的导块 5 1 4 和一个固定在后方的导块 5 1 6，导块 5 1 6 将金属线 4 1 6 从脚轮臂 4 9 6 下方引至后导轮 5 1 2，然后，金属线 4 1 6 穿过后导轮 5 1 2 后，向前到前导轮 5 1 0 上。金属线 4 1 6 穿过导轮 5 1 0，向下再穿过导块 5 1 4 而至金属线导轮 5 0 4 轮缘上的槽 5 0 6 中，使金属线精确的绕在辊胎部件 4 1 4 上，这将在图 3 5 至图 3 8 中详述。

在移动滑座 4 8 0 的下部还有一个下导轮架 5 3 6，架上有下导轮 5 3 8。金属线张紧轮架 5 4 0 安装在右立柱 4 7 2 上，架上有一张紧轮 5 4 2。张紧轮 5 4 2 和下导轮 5 3 8 将金属线 4 1 6 送入金属线定位部件 4 1 2 中。金属线 4 1 6 从下导轮 5 3 8 向上穿过后导块 5 1 6，而后由上所述的至导线定位轮 5 0 4 中。金属线张紧轮 5 4 2 在金属线张紧轮 5 4 2 在金属线绕在辊胎部件 4 1 4 上时，藉助负载弹簧而得到必要的张力。

如上所述，斜轴轴承箱 4 8 6 系与移动滑座 4 8 0 相连，但不是固定连接。确切地说，轴承箱是一根支承轴（无图示）装上的，可绕 Z—轴线 5 1 8（图 3 3）转动。斜轴轴承箱 4 8 6 相对 Z—轴线 5 1 8 转动，能使斜轴 4 8 8 作相应的倾斜，并使金属线定位轮 5 0 4 作上下运动（按箭头 5 2 0 的方向）。

斜轴轴承箱486的倾斜运动和金属线定位轮504的上下运动,是由提升凸轮部件522来实现的。如图33所示,提升凸轮部件522含有一个提升凸轮伺服电机524,此电机凸轮528与提升凸轮辅助装置494啮合,当提升凸轮528在伺服电机524控制下回转时,凸轮的外廓使提升凸轮辅助装置494作上下运动和使斜轴轴承箱486倾斜。应当注意,在图33中,斜轴轴承箱486和金属线定位轮504是十分清楚地向上倾斜的。提升凸轮部件522安装在提升凸轮架530上,此架紧固于移动滑座480,并在伺服电机464和数控器402的控制随移动滑座480作左右运动。

提升凸轮架530上还有一个辊胎位置测量装置543,此装置含有一个探头544和一个探头传感器546。探头传感器546安装在提升凸轮架530的支架上,是可移动的。探头传感器546可借助一个气缸装置(无图示)朝支架548作伸缩运动。辊胎位置测量装置543与计算机数控器402连接,常常用于测量辊胎部件414的每个线圈内型板440边缘的轴向位置,并且将位置数据传给计算机数控器402,这样,在绕线圈时又能使金属线定位轮504在各线圈侧型板间有精确的位置。

还应当注意,伺服电机524是高精度的装置,是根据计算机数控器402发送的控制信号来操纵的。计算机数控器402使每个伺服电机互相协调地完成下面所述的作用。

在高压线圈绕线机400的操作过程中,将空的辊胎部件414安装在辊胎分部件404的传动座和尾座组件456之间。因为在生产环境中高压绕线机转动时,使用的几个辊胎部件414是连续的,而且由于绕线机400一般要产生制造误差,每个辊胎部件414各

组成部分的尺寸会稍有不同，所以线圈侧型板 4 4 0 和内型板 4 4 2 叠装的总积累误差就大大地改变了辊胎部件 4 1 4 的长度。因此，要使型腔中的金属线 4 1 6 容易得到精确定位，就必须测量出辊胎部件 4 1 4 的每个线圈侧型板 4 4 0 的位置。这一测量过程是由辊胎位置测量装置 5 4 3 来完成的，其说明如图 3 4 和图 3 4 a 所示。

为了简化辊胎部件 4 1 4 的测量过程，要将辊胎轴 4 1 8 转到起始位置，即辊胎定位开关 4 3 4 的滚柱与辊胎定位凸轮 4 3 2 的棘爪 4 3 6 相啮合，此时，辊胎部件 4 1 4 的实际位置是如图 3 4 中用破折线所绘的位置 5 5 0。当辊胎部件 4 1 4 在位置 5 5 0 时，在辊胎部件 4 1 4 和探头传感器 5 4 6 之间有一个间隙，用于伺服电机将移动滑座 4 8 0 和附属的辊胎位置测量装置 5 4 3 向辊胎部件 4 1 4 移动。

进行轴向测量辊胎部件 4 1 4 的型腔时，依靠伺服电机 4 6 4 将辊胎位置测量装置 5 4 3 移至第一金属线型腔附近。此时辊胎部件 4 1 4 处于位置 5 5 0，给探头传感器提供了一个间隙。—当探头传感器 5 4 6 处于合适的位置时，辊部件 4 1 4 朝测量位置 5 5 4 转过约  $90^\circ$ ，将线圈侧型板 4 4 0 的面壁或侧壁靠近径向向外拐角，如图 3 4 和图 3 4 a 所示。当辊胎部件 4 1 4 处于测量位置 5 5 4 时，伺服电机开始回转，一直到探头传感器 5 4 6 读出金属线侧型板 4 4 0（此板构成金属线型腔的侧壁），这样辊胎位置测量装置 5 4 3 就精确地决定了线圈侧型板 4 4 0 的面壁的位置。确切地说，探头传感器 5 4 6 是一个应用接触来对线圈侧型板 4 4 0 读数的接触传感器。当探头传感器 5 4 6 读出线圈侧型板 4 4 0 时，金属线型腔的轴向量值等于伺服电机 4 6 4 的位置。计算机数控器 4 0 2 将此量值存入。取得此量值以后，辊胎

部件414再转到探头~间隙位置550，借伺服电机464的回转，辊胎位置测量装置543被移到下一个金属线型腔，然后，将辊胎部件414再转到测量位置554。这样就取得第二个型腔相应侧表面的量值，并将此值存储在计算机数控器402中，对每个金属线型腔重复进行这一测量——移动——测量的过程，直至整个辊胎部件414的每个金属线型腔相应表面都测出读数，并记录在计算机数控器中。这些量值是以后在进行绕线过程时，用于控制伺服电机464的回转，使金属线定位轮504对金属线型腔有精确的定位。

绕线时，导线被放置在由侧型板440和内型板442构成的型腔中其方式如图35至图38中所示。如上所述，金属线定位轮504的作用是一个金属线416放入金属线型腔中的定位导向器。在图35和图35a中所示，金属线定位轮504是位于卷绕辊胎部件414的一个金属线型腔的上面的内拐角。应当注意，金属线416被跨接导销444夹持在金属线型腔的外部，同样要注意的是当辊胎部件414逆时针回转时，提升凸轮528将导线定位轮504升到金属线型腔底面的高度，要超过辊胎部件414的底面拐角558所需的数值。由于环形高压绕组的内外侧边的不同，如图39所示，将金属416安放在予定的位置就要求一个提升附加值。特别是若金属定位轮504没有附提升值，金属线416将顺着已绕好的前一匝线圈引入，由于张力的作用，导线416被拉到前一匝线圈旁边。因此，要避免这样的引入结果，就要求按照预先规定的内外侧边线圈配置型式，将新的一匝线圈交叉绕予前一匝线圈，例如在图39中表明那样。没有附加提升值，则由金属线定位轮504作用于金属线上的最大横向力就不能实现前一匝绕线的交叉。金属线定位轮504作用于金属线上的最

大横向力是卷绕应力和槽506深度的函数。假如横向力过大，金属线416将从金属线定位轮504中滑出，妨碍了金属线416的继续精确定位。这样就须将金属线416在金属线定位轮504上复位以便重新定位。因此，当没有附加提升值时，由于前一匝线圈引起的导向力，金属线416会从金属线定位轮504中滑出。如图35至39所示，附加提升值减少了前面线圈的导向力，保持此力在金属线定位轮504的最大横向力范围内。应当注意，为了得到容积效率，金属线416的交叉成型是发生在高压线圈底侧边的顶部。如图35a所示，辊胎部件414在回转位置时，金属线定位轮504垂直于辊胎轴线417。

在图36与图36a中，辊胎部件414逆时针回转，此时金属线定位轮504位于金属线型腔内侧边中心附近。型腔内侧边的轴向横截面是梯形，如图36a所示，换言之，金属线型腔562的侧壁560和566朝金属线型腔的入口564处收缩。为了适应这一梯形截面，要利用伺服电机490回转，使金属线定位轮504绕轴线497倾斜，通过狭窄的入口564将金属线放置在型腔内。应当注意到，斜轴线497是与金属定位轮504下缘接触的，此处金属线离开金属线定位轮504槽506，这允许脚轮臂496不必改变导线416的轴向位置而倾斜。金属线416在金属线型腔562的轴向位置取决于移动滑座480的位置，这是由伺服电机464控制的。另外，为了将金属线416放入金属线型腔底部，转动提升凸轮528，使脚轮臂496和斜轴轴承箱486绕Z轴线518转动，金属线定位轮504就降到金属线型腔562中，金属线416被放在金属线型腔底部附近。要注意，由于辊胎回转时金属线张紧轮542保持3



对金属线416的张力，金属线就能紧紧地贴在金属线定位轮504的轮缘上。换言之，导向定位轮504强使金属线416预先弯曲，来克服金属线绕入金属线型腔562时形成的弯曲。这一弯曲作用减小了金属线在金属线型腔562底部表面呈弓形的趋向。同时还要注意，在金属线型腔562内侧边445上，金属线型腔的入口564的宽度稍比金属线定位轮504的厚度大些。

在图37和图37a中，辊胎部件414继续逆时针转动，金属线定位轮504进入金属线型腔562底部侧边中。注意如图37所示，回转提升凸轮528，使金属线定位轮504进入金属线型腔562的底部上，不仅要避开金属型腔底面的两个拐角，而且要有以上所述的附加值。如图37a所示，轮504倾斜于垂直线，另外，金属线定位轮504是成脚轮形式安装的，可绕脚轮轴线568转动，轮的下部位于线圈侧型板440倾斜的左侧壁566旁，金属线416就放在金属线型腔562的底部拐角附近。仅有这种脚轮作用，金属线定位轮504还不能沿着金属线型腔的斜侧壁运动。为了沿斜侧壁放置金属线416，除了脚轮作用外，伺服电机464驱动滑座480和包含金属线定位轮504的金属线定位机构。要注意，反方向脚轮作用必须考虑到金属线416被放在金属线槽502的下面的右拐角。另外，对于金属线416放在金属线型腔的中心情况，就不要求脚轮作用，因为金属线定位轮504不需沿斜侧壁放置金属线。

金属线定位轮504的脚轮作用是不单独驱动的。宁可说，脚轮回转运动是自由进行的，并且金属线416绕入金属线型腔时依靠金属线张力或拖动作用来完成的。例如，当伺服电机464驱动滑座480和包含金属线定位轮504的金属线定位机构，将金属线定位轮504

的底部轮缘安放在确定金属线 4 1 6 在金属线型腔 5 6 2 上的位置时, 如图 3 9 a 所示, 在金属线 4 1 6 将轮 5 0 4 拉向金属线型腔左侧壁的作用下, 金属线定位轮 5 0 4 就绕脚轮轴线 5 6 8 回转。实际上金属线 4 1 6 上的张力作用于金属线定位轮 5 0 4 轮缘上相对脚轮轴线移位的点上, 使金属线定位轮产生排列金属线 4 1 6 的作用。

图 3 8 和 3 8 a 表明绕组第二整匝线圈的情况。如图 3 8 所示, 金属线 4 1 6 被放在导线型腔 5 6 2 底部右边侧壁 5 6 0 上。为了将金属线 4 1 6 放在右边侧壁 5 6 0 上, 伺服电机 4 9 0 使脚轮 4 9 6 和金属线定位轮 5 0 4 绕轴线 4 9 7 转动, 将金属线定位轮 5 0 4 的底部放在金属线型腔 5 6 2 的底部右面, 然后伺服电机 4 6 4 驱动滑座 4 8 0 和将金属线定位轮 5 0 4 靠到右边。

绕线工序一直继续到金属线型腔 5 6 2 内侧边 4 4 5 的整个底面被单层金属线绕满为止, 如图 3 P 所示。应当注意, 第一匝线圈是放在金属线型腔 5 6 2 内侧边 4 4 5 的底左拐角上和金属线型腔外侧边 5 6 8 的底左拐角上的。第二匝线圈被放在靠近第一匝线圈。然后, 第三匝线圈被放在金属线型腔 5 6 2 内侧边 4 4 5 的底右拐角上, 当第三匝线圈被放在金属线型腔的外侧边 5 6 8 横截距离的三分之二处 (从第一匝线圈算起)。接着第四匝线放在金属线型腔内侧边 4 4 5 中心第二匝和第三匝线之间, 分别将第二匝和第三匝线楔入, 紧紧填满金属线型腔内侧边 4 4 5 的底部。其后的第五、六等各匝线圈被放在金属线型腔内侧边 4 4 5 的第一层线的顶部, 一直到金属线型腔 5 6 2 外侧边 5 6 8 的第一层线填满时为止。金属线型腔外侧边 5 6 8 的第一层线是靠同样楔入最后一匝线圈来排紧的。继续绕线, 等绕满线圈侧型板 4 4 0 侧壁所限止的饼式式样要求的匝数后, 这就成了高压绕

组60的线圈413。

第一个完整的线圈413在第一个金属线型腔562绕完后，提升凸轮伺服电机524将金属线定位轮504从金属线型腔中抬起，在伺服电机464的操纵下，滑座480带着金属线定位轮504移到下一个金属线型腔。这一移动是在辊胎部件414处于这样的位置发生的：即能使金属线416绕导线交叉导销444一匝，如图33所示。然后，下一个线圈413用以上所述的同样方法绕在下一个金属线型腔中。应当注意，金属线416在金属线型腔中的精确轴向定位，是根据存储于计算机数控器中关于线圈侧型板440的侧壁所测得的轴向位置值，依靠金属线定位轮504在轴向的精确位置来决定的。因此，计算机数控器伺服电机464回转一个数值，其大小等于滑座480从绕制一个线圈的所处的位置到绕制下一个线圈所处的位置所测出的移动范围。

当辊胎部件414的全部金属线型腔均被绕成饼式绕圈413后，将金属线416的端部切断并固定住，将辊胎部件自高压线圈绕线机400移开。然后装上一个新的辊胎部件，并精确地测出金属线562的轴向位置。然后，接如上述的工序依次在每一个金属线型腔中绕线圈。

卸下辊胎部件414后，将金属线416的各线圈连接在一起，例如用热焊装置在金属线416涂上热熔接涂层。可从烘箱或靠通过金属线416的热电流来产生这热量。将金属线416连接，是为了保护予先成形的线圈的形状和保持在预定位置上的金属线。

图40和40a所示的是金属线定位装置770的优先选用的具体装置。金属线定位装置770具有一个径向伸长柄772，此柄的

截面小于辊胎414饼式环形金属线型腔562的最窄的口564。柄772装于轴774上，轴与一传动装置（无图示）依次相联，此传动装置使轴774和柄772作旋转摆动，且与辊胎的回转同步进行。金属线定位装置770通常是L形，有一个园周凸出的支脚776，可伸入型腔562中。金属线导向头770可装在支脚776上，可绕径向伸出轴线回转。金属线导向头778最好是一个凹面向下的U字形零件，它有一个螺钉从U形面伸出而穿过支脚776的孔。这样可用一个适当的螺帽（如图示）保证导向头778对支脚的转动。金属线导向头778的各侧壁分别在轴向分开，以压紧金属线416但能让其自由通过，并且侧壁最薄，能紧密地将金属线416放置在槽562的收缩壁560和566上。

在图40和40a所示优先选用的具体装置的操作过程中，柄772绕其绕线（与辊胎414的回转运动同时发生的）摆动一个可变的角度值，将金属线定位头778放在上述的金属线型腔562收缩部分中的位置上，摆动角的大小可由程序控制或用一个凸轮随动装置来实现，后者附于与轴774连接的曲柄。金属线定位头778在金属线型腔562里的位置，决定了金属线416在金属线型腔562里的位置。虽然金属线定位头778侧壁的厚度确定了导线416对壁560和566放置的紧密程度，但仍可应用图39中所述的一匝“楔入”线圈放入后，移动金属线416使之与壁560或566接触。

必须注意，金属线定位头776的轴向尺寸可以大于金属槽562收缩部份的最狭入口564的轴向宽度，因金属线定位头778可从入口564中插入到底侧边的顶部，并且移至金属线槽562的收缩位置。不论如何，为了得到在最狭入口564边界里所定的回转程度，

有必要定出柄772的尺寸。

图41所示的金属线定向装置优先选用的具体装置的改进型780。此改进的优先选用的具体装置780有一根圆柄782，圆柄的拐弯处有一个向周围伸出的支脚784。U形杆786用熔焊或钢焊固定于支脚784的端部。U形杆紧密夹住金属线416，但允许其自由通过。改进的优先选用的具体装置780和主要操作方法和具体装置770的相同，因此，其操作过程此地不再重复。

磁心卷绕机的说明如下

图42是磁心绕线机600的总图，此机器用于将磁心材料602绕制在已完成的低压和高压绕组中，磁心绕线机有两个主要的部件：磁心卷入机604和材卷脱出机606，两个部件均由伺服控制器608所操纵。简言之，材卷脱出机606将连续的磁心带材，从预先绕好直径退出的材卷614送至磁心卷入机604，重新绕在绕线管上，成为一个环形变压器10的磁心20。

材卷脱出机606含有一个底座610连同水平回转台612，后者支承着经过退火的磁心带材602的予绕带材卷614，在电机616的控制下绕垂直轴线转动。电机616是伺服电动机，经由传动比30:1的直齿减速箱618驱动回转台612。在底座610顶部还有两根水平轨道620和622，位于底座顶面两侧，两者互相平行。在轨道620和622上，安放了一个导向滑槽装置624。导向滑槽装置624的底板628上装着轨道导向座626，此座的开口形状与水平轨道620和622相配合，允许导向滑槽装置624可沿水平轨道620和622作前后滑移运动。导向滑槽装置624还有一对垂直端架630和632。垂直端架630和632各有一

对垂直导向轴座634(图中只示出一个),它们与垂直导轨636滑动配合。垂直导轨636还安装在端板638和640上,当垂直导轨636在垂直导向轴座634中滑动时,端板638和640就随之上下运动。横向前导向斜板642位于侧板638和640间,与垂直线略倾斜,如图示。导向滑槽装置还包含横向后导向斜板644,前后两斜板之间,例如用一合适的衬垫隔开,形成一个空隙,磁性带材602可从中穿过。前后两斜板之间的空隙可用不同长度的衬垫来调整。

图43所示是材卷脱出机606的详图。从图43中,可以看到电机616经由直齿减速箱618,带动回转台612,将磁心带材602送出的情况。磁心带材602离开予绕带材卷614后,经过横向后导向斜板644和横向前导向斜板642之间的直通道672,被送出材卷脱出机606。下面阐明,当松卷时,直通道672还与磁心带材602的运动协调,对带材卷产生一反作用力,可防止产生带材卷绞缠现象。在予绕带材卷614不动的情况下,直通道672可借助水平轨道620和622,作左右运动,以及借助垂直导轨636(图43没有示明)作上下运动。另外,由于侧板638和640与垂直端架630和632之间系用枢轴联接,直通道672的倾角大小是用螺栓678紧住带槽676的板674,来进行调节和固定的。横向前导斜板642上有一轴承杆699,此杆不能回转,但具有光滑的曲面,磁心带材602可从其上通过,这样可避免磁心带材602在前导向斜板642的上端处形成死弯。

后导向斜板644上有许多在水平和垂直方向均被隔开的小通孔680。后导向斜板644有一个通气罩682,罩内有个与各通孔

680相联的气室684。压缩空气源686经由调节阀689和适当的软管688与气室684连通。进入气室684的空气流速，即经由孔680的气流量，是用节流阀689调节磁心带材602与直通道672的后导向斜板644之间的摩擦力，进行控制的。

通过孔680的气流形成的空气轴承支座，与其说它在带材602穿过直通道672时常常被用来消除摩擦，不如说它在带材602穿过直通道672时，由于重力和摩擦（箭头690的方向）的缘故，使带材602产生一定大小的反作用力。在箭头690方向的反作用力，有效地将磁心带材602推向带卷614的内径，使磁心带材602离开带卷614里面时，保持有所需要的足够小的弯曲角，以避免产生绞缠现象。若没有箭头690方向的反作用力，则当磁心带材602离开其卷绕位置时，其弯曲角过大，在磁心带材602中会产生断裂诱导应力。由于直通道672使磁心带材602朝上运动，磁心带材的重力就构成了反作用力。

由磁心带材602在通道672的重力和摩擦形成的反作用力（箭头690方向），能够有效地防止带材602离开带卷614里面时所产生的死弯和绞缠现象，这种反作用力也可由除重力和摩擦力以外的其他方法得到，如用放在回转台面上或弓形板693经向内表面上的永久磁铁产生的磁能，如图44所示。回转台612可以用非磁性材料如铝或铜制成，将电磁铁放在回转台下面，通过非磁性转台612，对退火的带材卷614进行局部激励。

磁心带材602从回转台612的予绕带材卷614里面的路径，从图414中可清晰看到。磁心带材602在直通道672顶部过到水平方向之前，在予绕带材卷和通过直通道上时，朝上与回转台612

倾斜的路径移动。当磁心带材从予绕材卷6 1 4中卸开时，这一倾斜路径可使带材6 1 4的弯曲减到最小程度。

如图4 4所示，回转台6 1 2有许多互相隔开的小立柱6 9 1，靠着弓形板6 9 3在一个园周上插着，其组成园柱形的内径稍大于予绕带材卷6 1 4的外径，这样就能使带材卷6 1 4精确地与回转台6 1 2的回转线同心。弓形板6 9 3有一吸久磁铁，用来吸住予绕带材卷6 1 4带圈。磁力吸引易于使带材6 0 2卸出，尤当少数几圈带材6 0 2留在材卷6 1 4中时。因为只剩几圈带卷6 1 4时，其重量不足以防止带卷6 1 4对回转台6 1 2的滑动和转动。带卷6 1 4的外面几圈带材与弓形板6 9 3的磁力吸引防止了带卷的回转，使磁心带材6 0 2能平滑地从予绕带材卷6 1 4中卸出。如上所述，弓形板6 9 3所提供的磁力，还可帮助产生沿箭头6 9 0方向的反作用力。

图4 4还表明，材卷脱出机6 0 6底座6 1 0上装有四个转台支承轮6 9 5，均位于转台6 1 2园周附近，用来支撑回转台6 1 2和带材6 0 2的予绕卷6 1 4的重量。支承轮6 9 5有利地限止了用于支撑回转台6 1 2中心传动轴的轴承所要求的其他尺寸和强度。

图4 4还表明，材卷脱出机6 0 6的前导向斜板6 4 2，由于其右端有铰链6 9 7和右端有一个插销（图中没有示出），可以将其打开，很容易地装上带材卷6 1 4。

如图4 2所示磁心卷入机6 0 4含有一个框架6 5 0，用于支承由高压绕组6 9，低压绕组4 0，和在各绕组间以及在绕组铁芯间的各绝缘套3 0和5 0所组成的变压器部件6 5 2。另外，变压器部件6 5 2还包括一个绕线管6 9 2（如图4 5所示），此管具有一个带内齿的轴套。



磁心卷入机604的控制伺服电机654是由伺服控制器608操纵的,其驱动与控制伺服电机616同步,这是为了使绕入变压器部件652的磁心带材602的进给速度与从已经退火的带材卷614中卸出磁心带材602的速度相匹配。电机654通过链传动与套筒740(如图48所示)联结,套筒与齿轮轴656啮合,见图42a。齿轮轴656上有:两个齿轮部分658,彼此被一切槽部分659隔开;套筒啮合部分660含有一个J形槽,如图示;一个手轮662和一个轴承664。套筒啮合部分660的J形槽661与套筒740中的键(图中没有示出)配合,以便电机654驱动小齿轮658。小齿轮658啮合绕线管692的内齿,并使绕线管692转动。齿轮轴656被两块轴承支撑板666(仅一个示于图42中)所支撑着,此两板安装于变压器部件652的两侧。

变压器部件652被一个可移动的支架670安放在芯材卷入机中,此支架有两个斜边,用来将变压器部件652夹于其上,如图42所示。支架670依靠一适当的升降机构来升降,将变压器部件652升起和降下,详述见图47和图48。

磁心带材602从材卷脱出机606中输出,经由自由滚动传送带671,被引导至绕线管绕在变压器部件652上。传送带671有一个曲线逐渐过渡部分,为了适应不同厚度和不同曲率的带材602的需要,传送带671是可调节的。

磁心带材602进入磁心卷入机604的路径,由图45可清楚看出。图45中用于控制带材602绕入绕线机692中的各零件,均有示出。自由滚动传送带671的滚柱694,在磁心带材602自材卷脱出机606输出后,将带材602支持在水平位置上。带材

602通过夹持下刀口696下面，此刀口由弹簧材料制成，在磁心绕制过程，加承受磁心带材602的负荷以防止带材602脱开。这种脱开现象是可能发生的，比如磁心带材602绕卷时挂住了绕线管692的侧凸缘。要注意，绕线管692回转时，磁心带材的磁心卷698就在予绕低压变压器绕组和高压变压器绕组中完成。由图中看出，绕线管692含有内齿700，此内齿与齿轴的小齿轮658啮合并驱动轴656。绕线管692已在图6中详尽地公开了。

为了保证紧密绕制磁心卷，使用了曳引皮带704，它与磁心卷的外缘以摩擦连接。皮带704越过第一个水平皮带轮706，向上伸向绕线管692，然后，皮带逆时针绕过磁心卷698的圆周和通过压力真空箱712。真空箱712与曳引皮带704的边滑动地接触，便在真空箱712的底槽718中保持由一空气压缩机720或其他真空源所提供的局部真空。真空箱712的底槽718中的真空对曳引皮带704产生不同的压力，将皮带向下拉曳。皮带被张紧后，在皮带704和磁心卷698之间产生摩擦，借此操纵着磁心卷698。应当注意到，皮带704与磁心卷698外圆的大部分圆周接触，例如约270°或更多，这样拉力就均匀地分布在磁心卷698上。

图46较清楚地表明了夹板角叉696与曳引皮带704的相互关系。图46中所示的绕线管692，是在绕制任一磁心材料602之前的情况。由图45中沿箭头方向看去，夹板角叉696系位于绕线管692内部的两侧端，与磁心带材602的两侧端啮合。曳引带704约位于两夹板角叉696间的中点。在绕线管692的每边均有一个圆柱导向套管722，用于将磁心带材602导入绕线管692。导向套管722系由耐磨材料如碳化物制成，可绕其轴线调整旋转，

用于防止磁心带材 6 0 2 产生新的磨损表面。

图 4 7 和图 4 8 所示的是变压器部件 6 5 2 的支承定位装置。这支承定位装置的作用，是将绕线管 6 9 2 的齿与绕线管传动轴 6 5 6 的位置对准，以及将绕线分部件的各半园部分展开，形成一个最大的槽口，用来控制和送进磁心带材 6 0 2 绕在绕线管 6 9 2 上，维持绕组部件各半园部分的同心度，这个同心度是必须的，因为要保证在绕制过程中绕线管能连续回转，需要有一个环形磁心空腔。

支架 6 7 0 装在水面滑板 7 2 4 上，此板又通过一个平行滑轨和与之滑配四个导槽 7 3 0 安装在升降平台 7 2 6 上。由于水平滑板 7 2 4 是可滑动的，支架 6 7 0 能向前滑动（即向框架 6 5 0 外），这就使变压器部件 6 5 2 在磁芯绕制过程前后，能容易地移动和定位。升降平台 7 2 6 是分别用起重螺母 7 3 6 和导向套 7 3 8 安装在一对斜角设置的起重螺杆 7 3 2（仅在图中出示一个）和一对斜角设置的导向杆 7 2 4 上。起重螺杆 7 3 2 的旋转与升降平台 7 2 6 的升降运动是同步的（没有示出传动装置），所以，随着支架 6 7 0 的升降而将磁芯部件 6 5 2 精确地确定传动套筒 7 4 0（用于绕线架传动轴 6 5 6）的相对位置。

应用安装在水平滑板 7 2 4 和支架 6 7 0 之间的可变精调机构 7 2 4，容易精确地确定磁心部件 6 5 2 与传动套筒 7 4 0 的传动位置。可变精调机构 7 4 4 可由一个滑动模块组成，此模块用来升降内板 7 4 2（支架 6 7 0 安于其上），或者由一个低压液压活塞和气缸装置组成。微调机械 7 4 4 能有效地用作起重螺杆 7 3 2 和起重螺母 7 3 6 的高度调整机构，对支架 6 7 0 的高度进行微调，以便精确地将变压器部件 6 5 2 固定在传动套筒 7 4 0 中，使绕线管 6 9 2 的齿 7 0 0 能很

好地与绕线管传动轴 6 9 2 的小齿轮 6 5 8 啮合。这一配置如图 4 8 所示，图中绕线管 6 9 2 的两组齿 7 0 0 是与绕线管传动轴 6 5 6 小齿轮两组的齿 6 5 8 啮合的。

变压器部件 6 5 2 的精确定位也可用支架 6 7 0 和楔块导入机构 7 4 6 的配合运动来完成。导入机构 7 4 6 适于将变压器部件的两半圆部分强制涨开，以形成一个实际最大的进入通道，便磁芯带材 6 0 2 绕入。尤其是，楔块机构 7 4 6 包含一对轴向隔开的楔形件 7 4 8 和 7 4 8。楔形件的两侧面形成  $30^\circ$  角，被强压于变压器部件 6 5 2 的两半圆部分之中。这样将楔形件 7 4 8 强压入，变压器部件 6 5 2 的两半圆部分之间的弓形槽口底部就被闭塞，因此变压器部件 6 5 2 的两半圆部分之间的弓形槽口上部被张开  $30^\circ$  角。上弓形槽口张开  $30^\circ$  角，就很容易地将磁心带材 6 0 2 绕入。

同样可以从图 4 8 看到，楔形件 7 4 8 是轴向完全隔开的，磁心带材 6 0 2 整个宽度就能自由进入。另外，由支架 6 7 0 和楔形件 7 4 8 所形成的三点支撑，能紧紧地固定变压器部件 6 5 2，变压器部件的拱形通道的位置就能同心。变压器部件两半圆的拱形通道的位置需要同心，是为了允许环形绕线管 6 9 2 能在变压器部件 6 5 2 中自由转动。若变压器部件 6 5 2 的拱形通道壁不能成为完全的圆环，则绕线管 6 9 2 会被卷住和擦伤磁芯绝缘管 3 0，从而使绕线管的传动力大为增加，在绕线管的齿上有划出条纹的危险。

应当注意到，变压器部件 6 5 2 的同心排列，还要求传动轴 6 5 6 的小齿轮 6 5 8 与绕线管 6 9 2 的齿 7 0 0 精确地对准的。小齿轮与绕线管齿的正确啮合，也能容易地应用楔形件 7 4 8 和支架 6 7 0 所提供的三点支承来实现。

楔形件748是依靠空气活塞和气缸750来强运动的，活塞与中心分叉工作臂752的一端以枢轴连接。工作臂752的另一端与固定于框架650上的支点754也以枢轴连接。工作臂在其中心位置分叉，形成两个轴向隔开的中心臂756。各轴向隔开的中心臂756借短连杆758与楔形件748a或748b相联且其位置对准。短连杆758与各中心臂756以枢轴连接，且与楔形件748a或748b牢固地连接。各连杆758的枢轴连接，允许楔形件748自行校准压器部件625的位置。将活塞和气缸750压缩，楔形件748被迫向下运动，变压器部件652的上弓形槽口就被涨开，得到了如上所述的精确校准。

变压器被涨开和校准后，传动轴565回转，将磁心带材602绕在绕线管692上。同步电机654经由传动皮带和联轴节740使传动轴656回转，如上所阐明。当磁心带材602绕入时，曳引皮带704与磁心结构的最外摩擦啮合，保持磁芯带材602有一个很紧密的绕组。弹性刀刃696自径向压住磁心带材602，防止磁芯带材602在绕线管692的侧凸缘698处因偶然的咬合不好而脱出。当磁心块绕成时，将曳引皮带704移开，以消除皮带30所占的空间，使磁心带材602的最后几圈能绕在绕线管692上。磁心绕完后，移开楔形件748、降下支架670，向外推动水平滑板724，然后将变压器部件从磁心卷入机604上取下来。此后，将变压器部件652转动，使在两半圆绕线部分间提供均等的15°弓形槽口。然后将衬垫80塞入，将绕线部份的位置紧固住。

上述的说明公开和叙述了本发明的多种典型方法和具体装置。任何熟悉本技术领域的人会容易地得出结论，各种变化、改进和变型的

产生不得脱离本发明所述的内容和权利要求的范围。

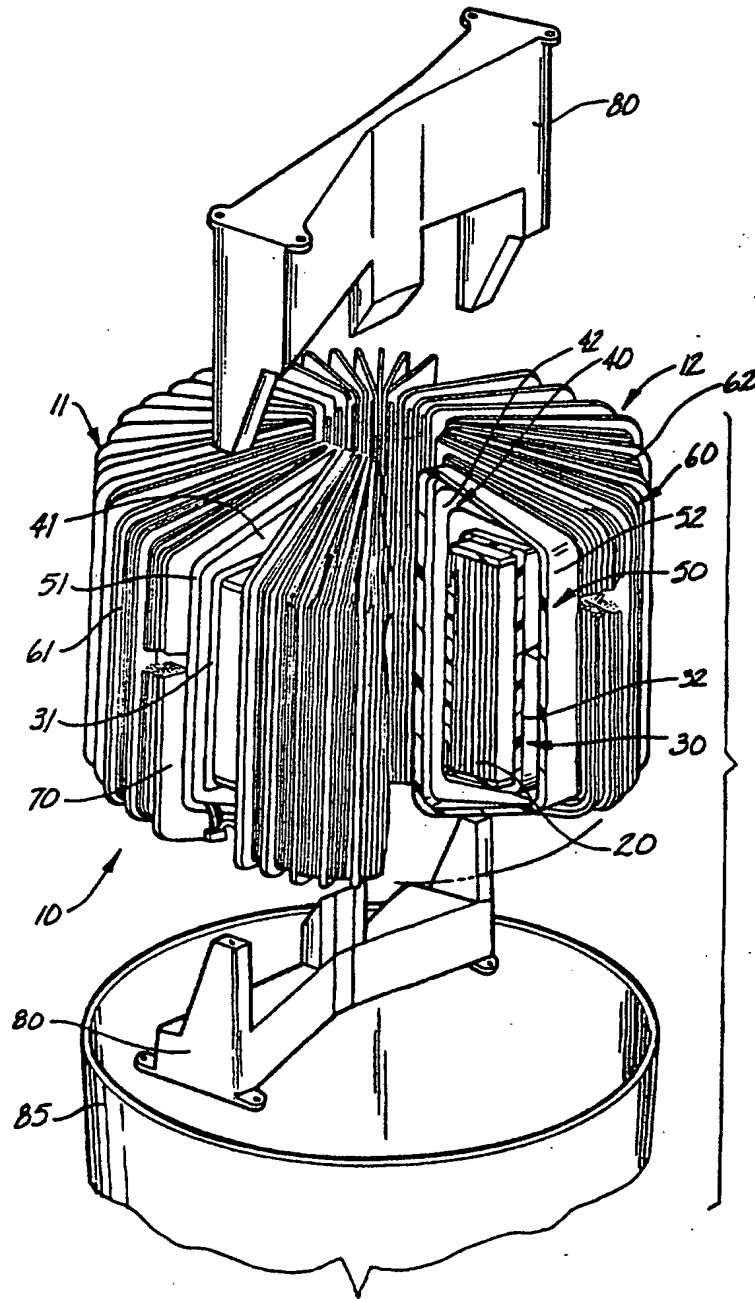


图-1

图-2

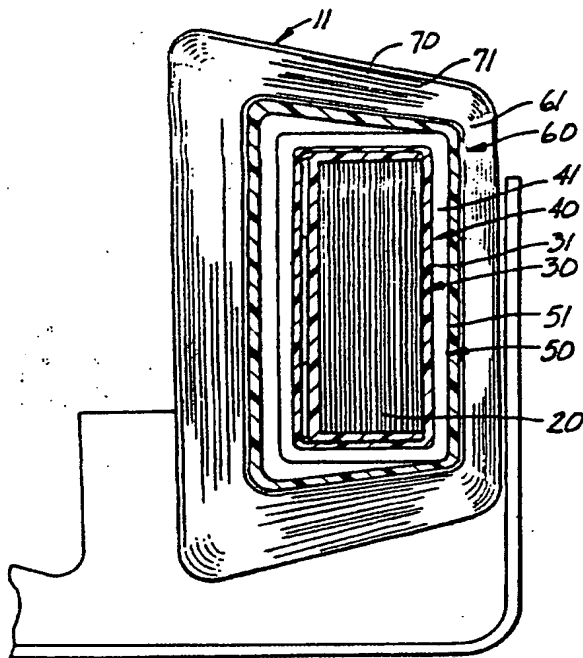
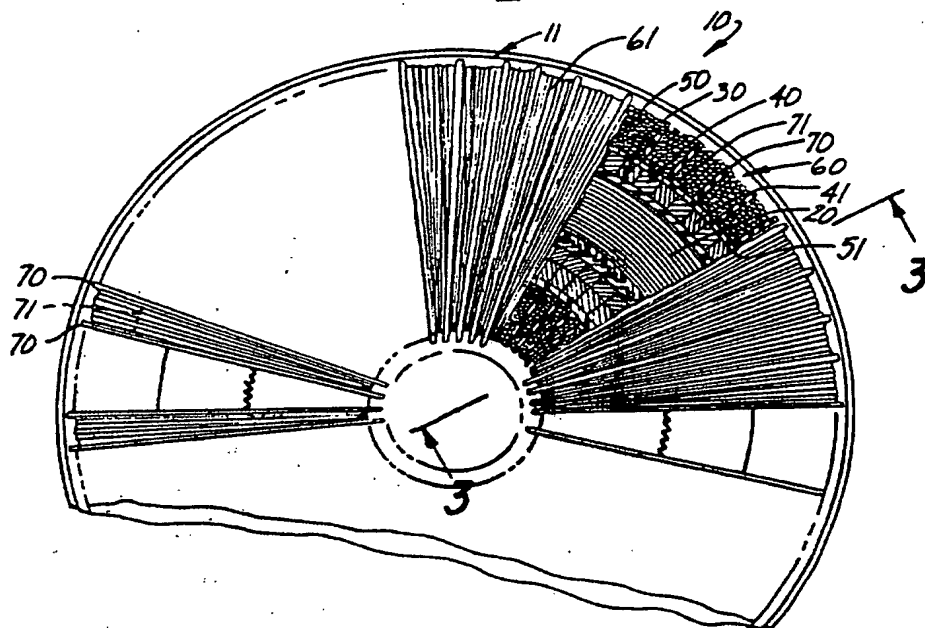
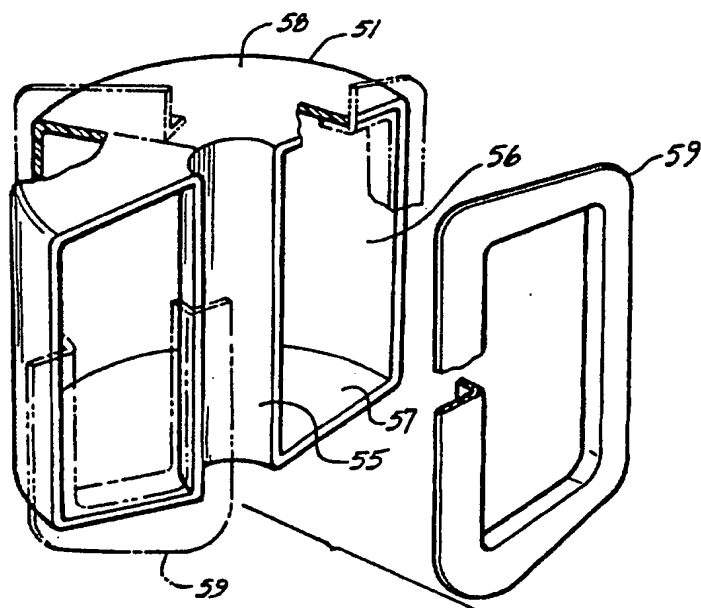
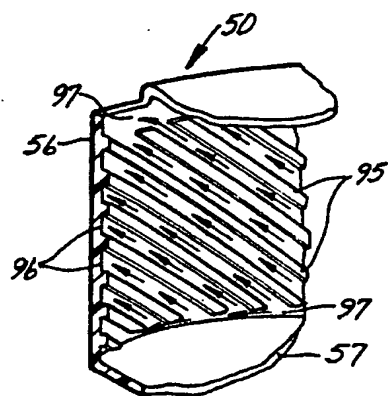
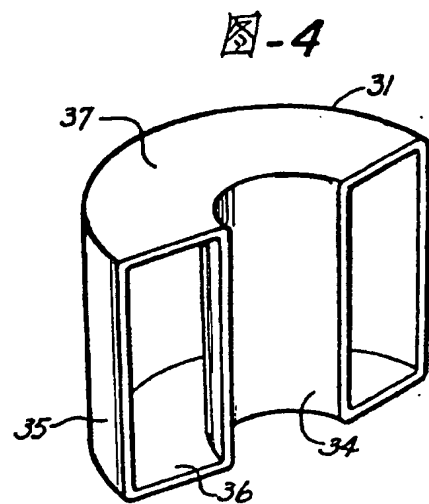


图-3





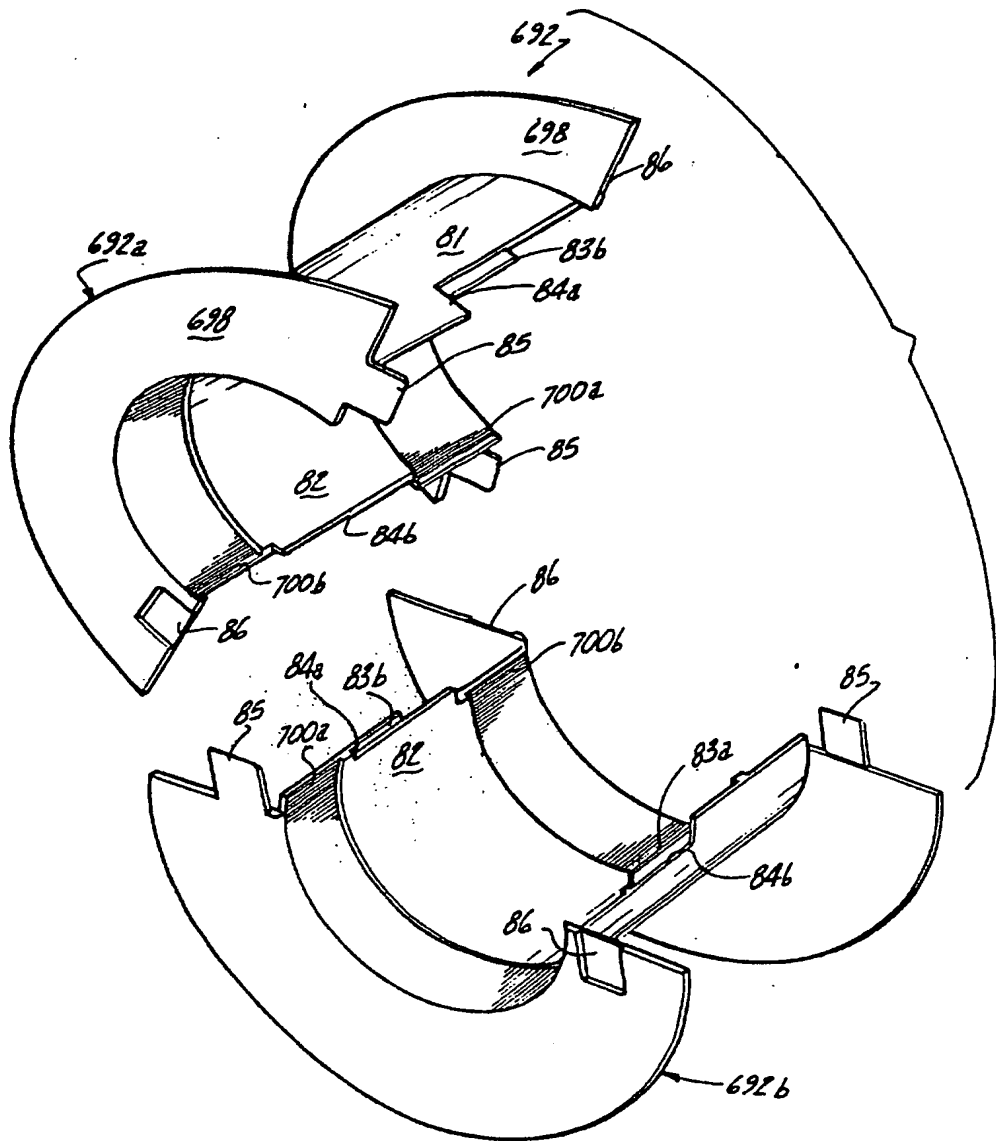


图-6

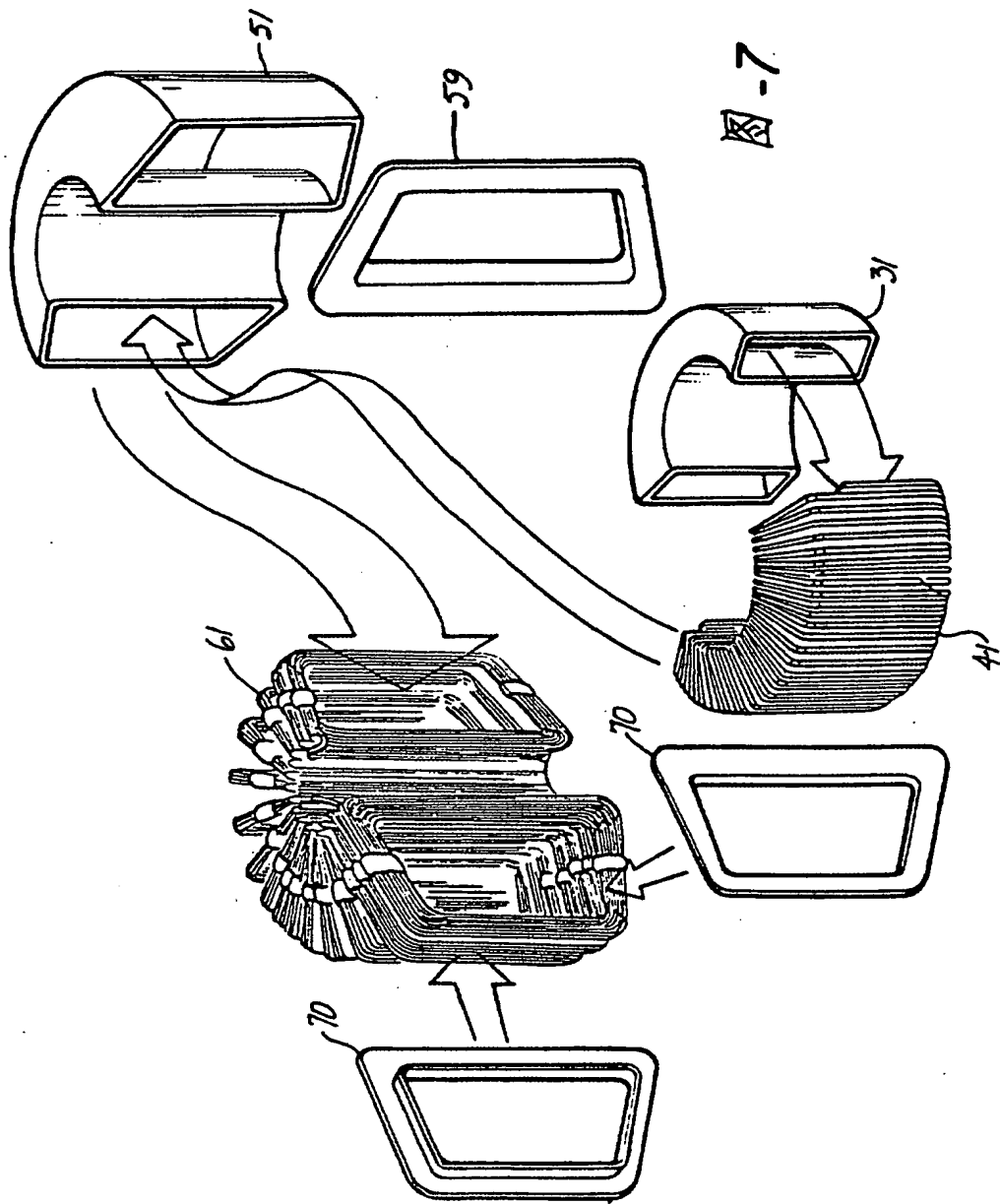


图-7

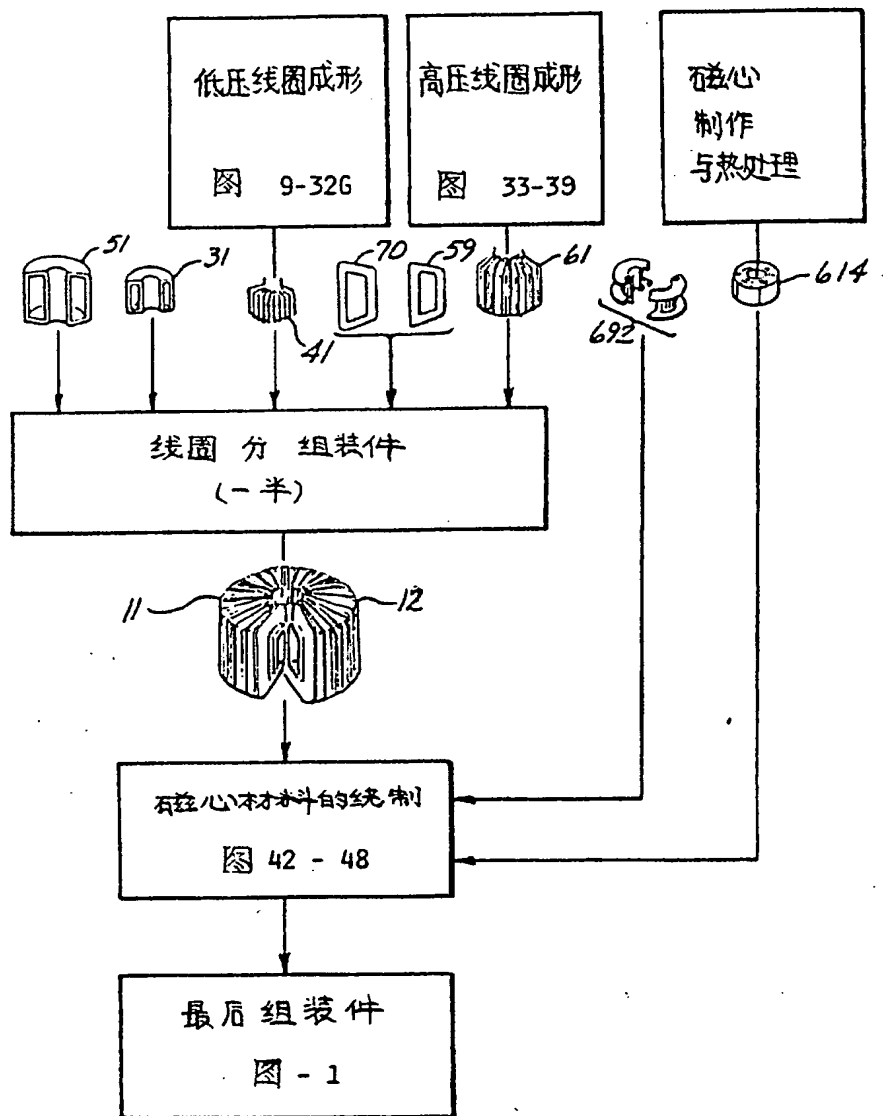


图-8

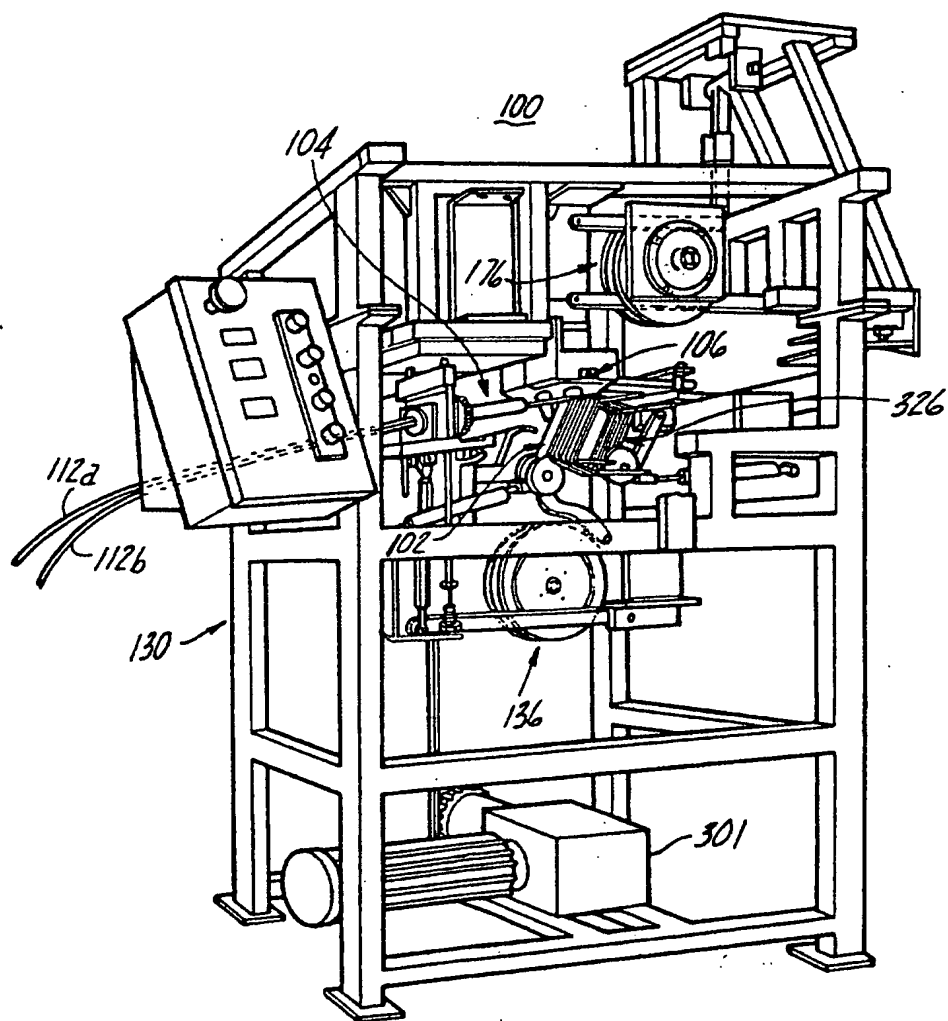


图-9

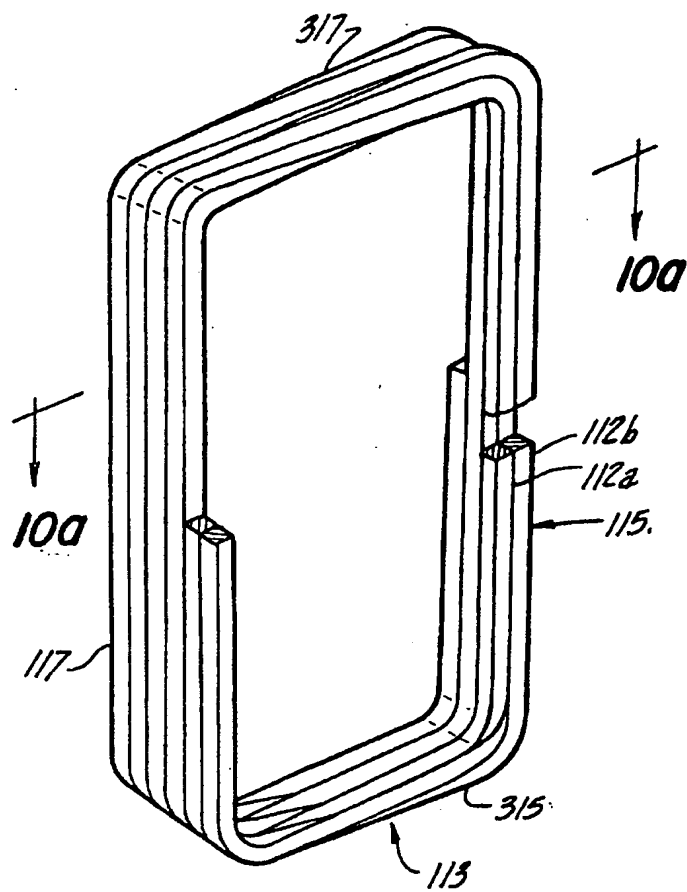
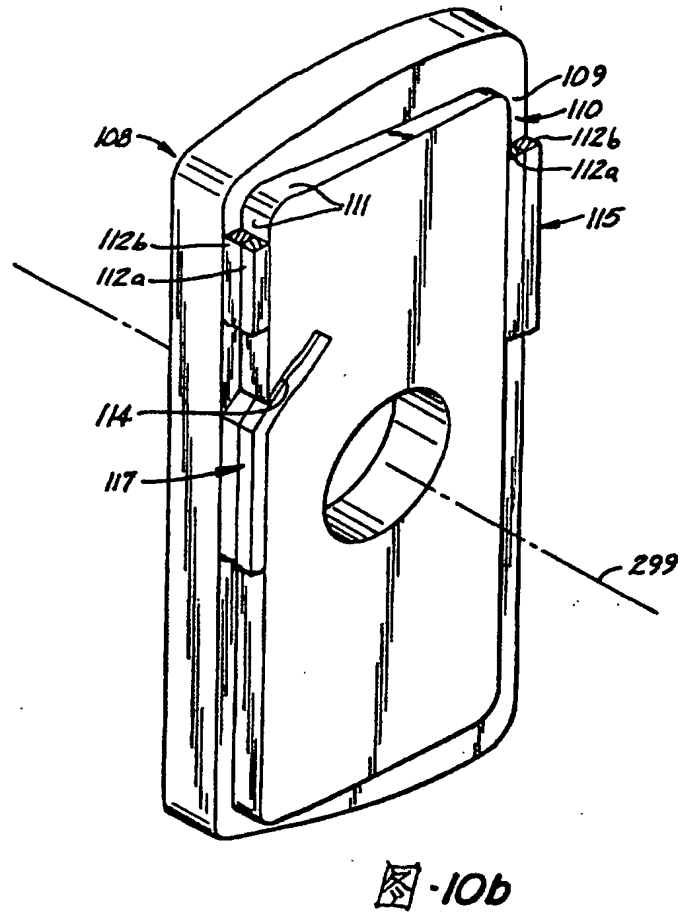
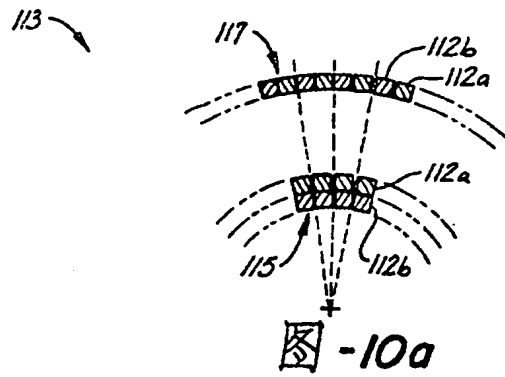


图-10



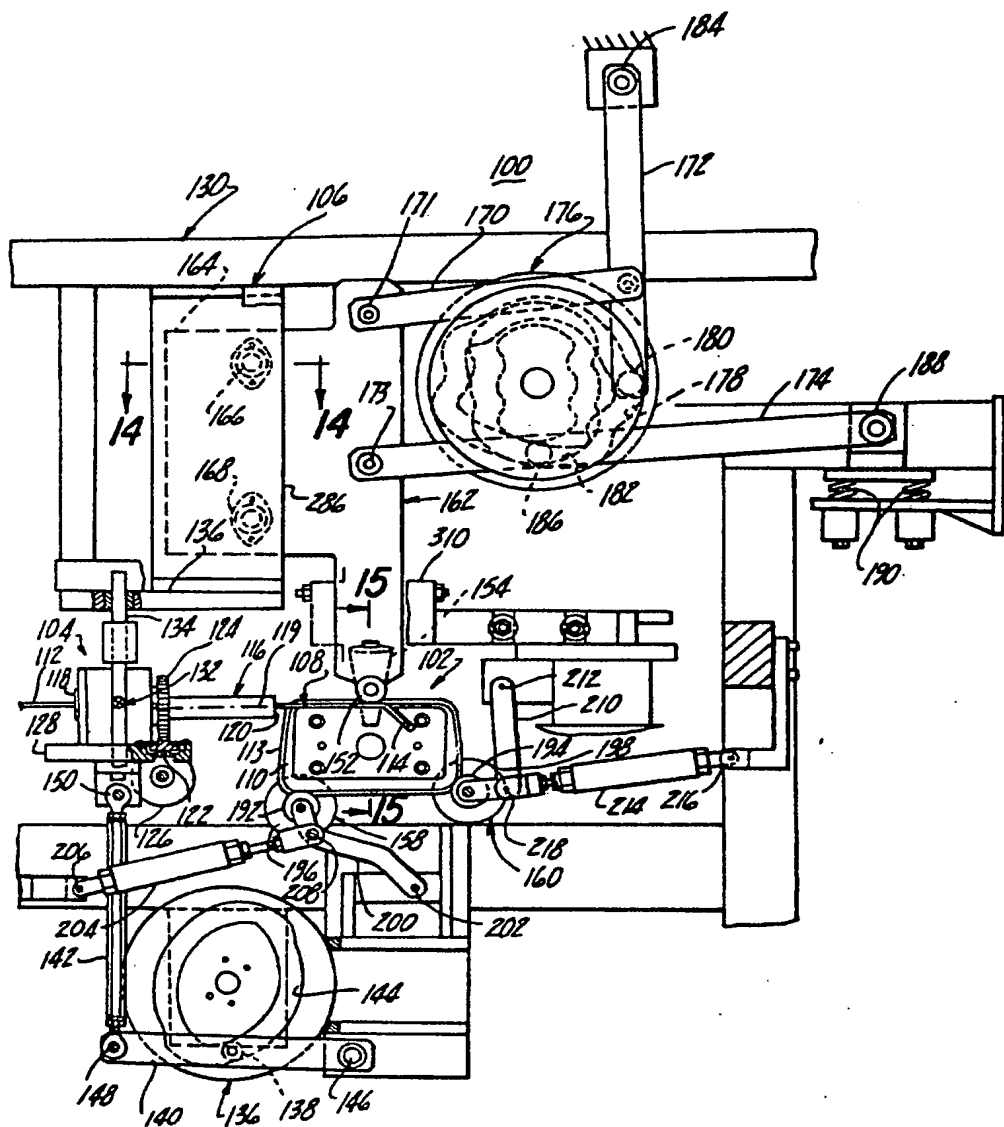


Fig. 11



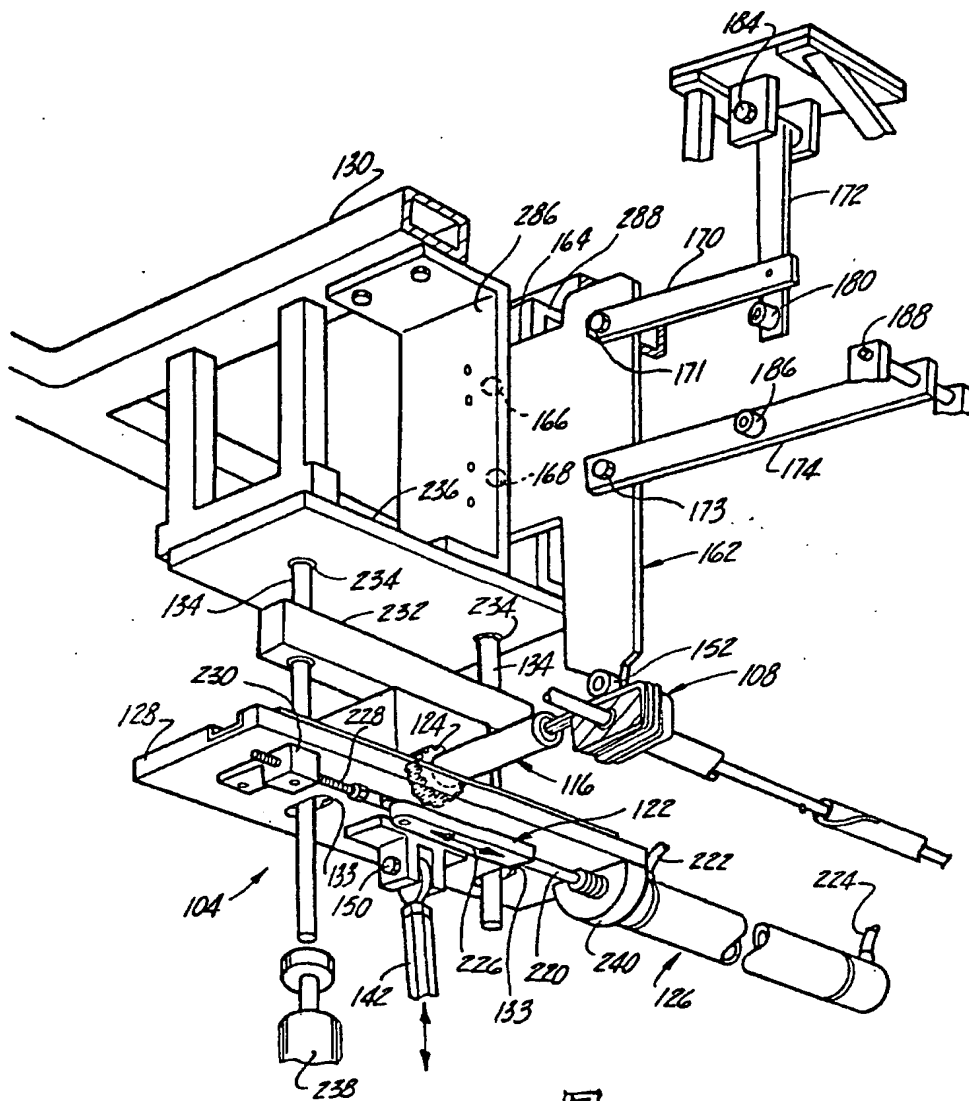


图-12

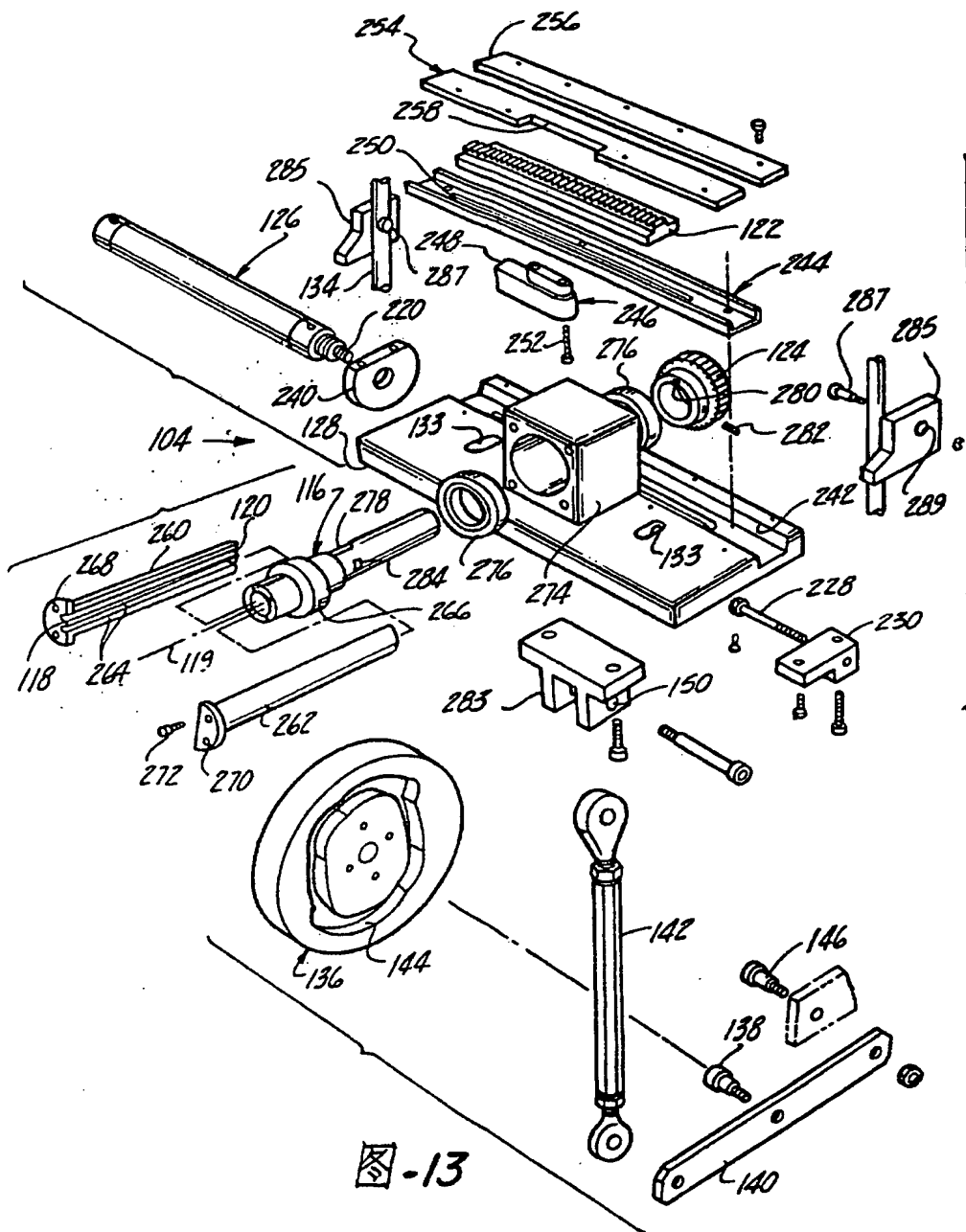


FIG. 13

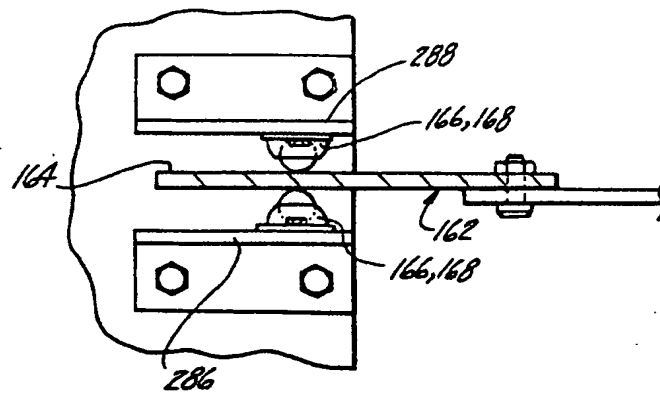
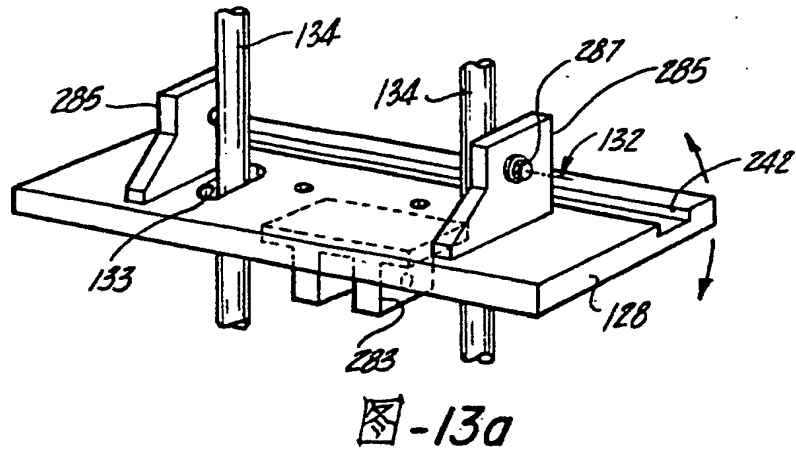
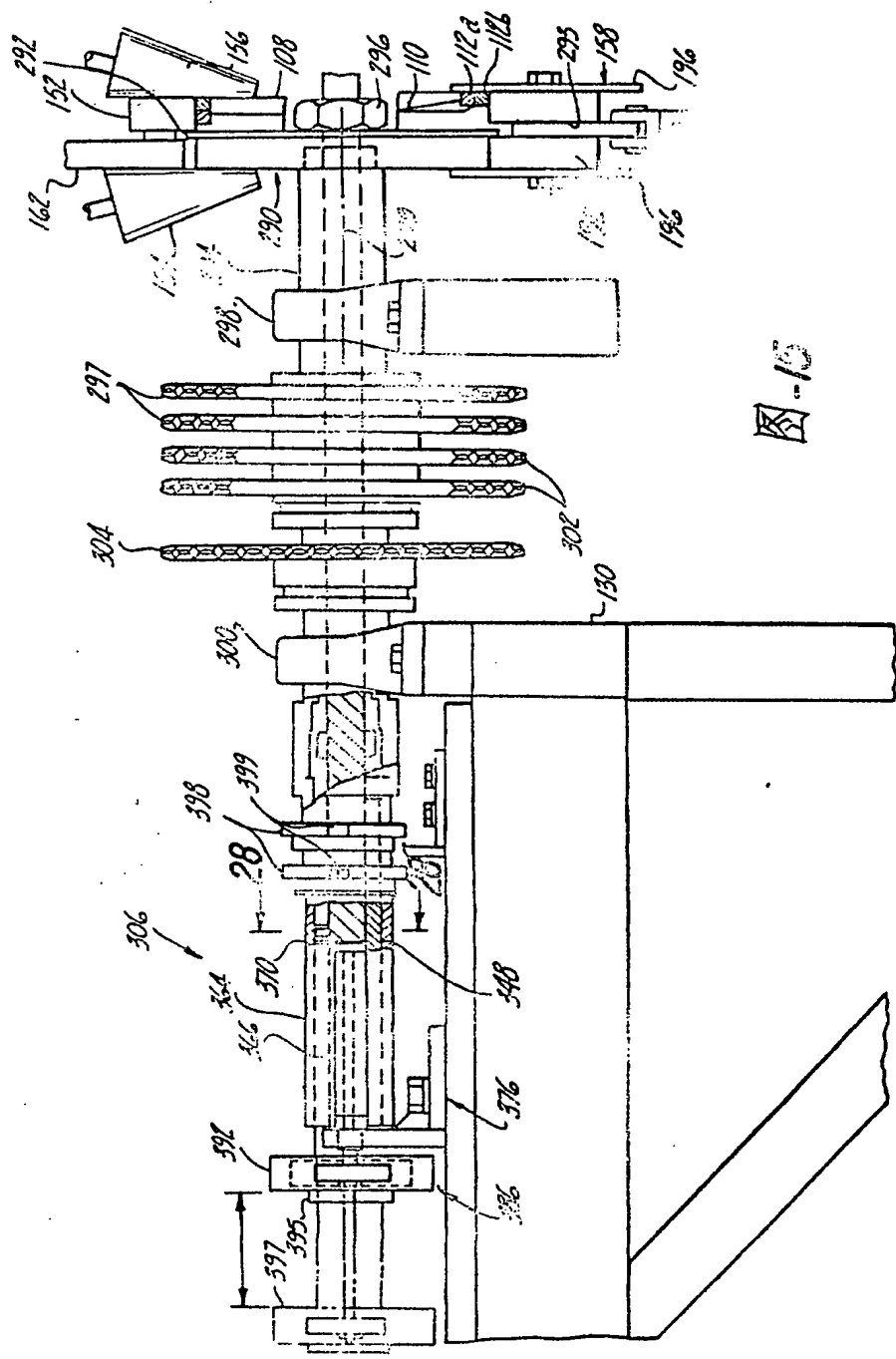
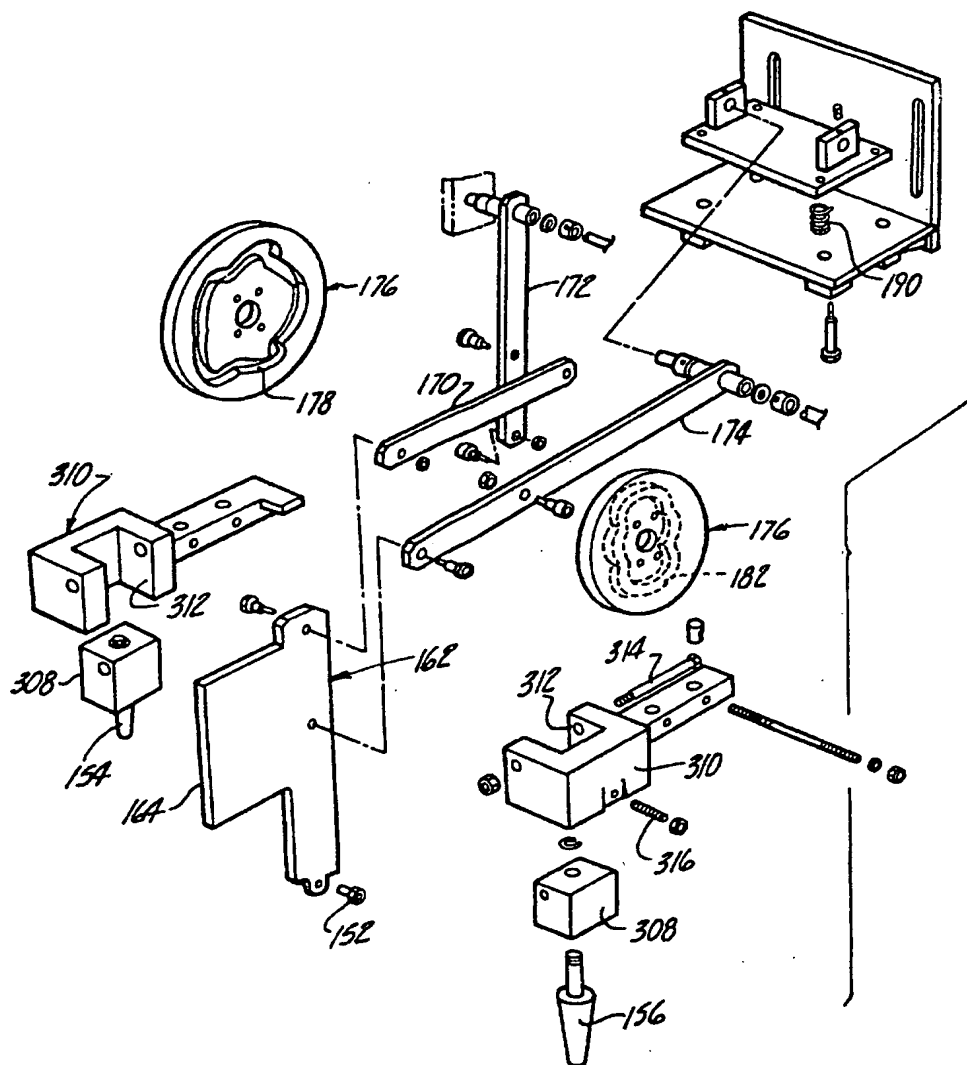



图-14





 -16

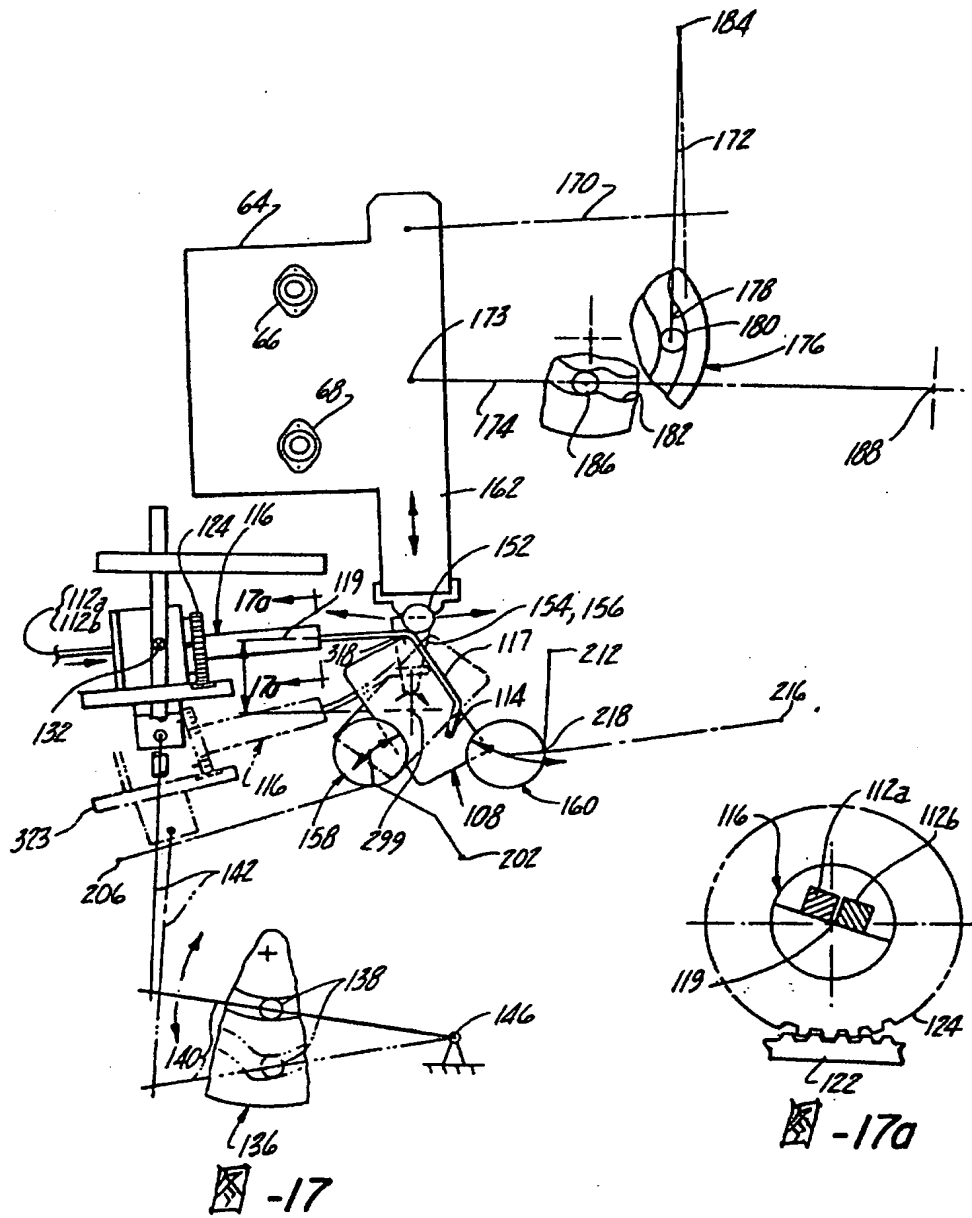


图-18

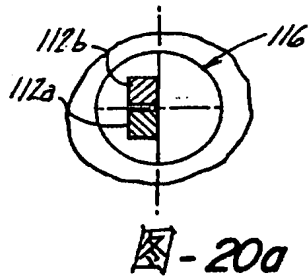
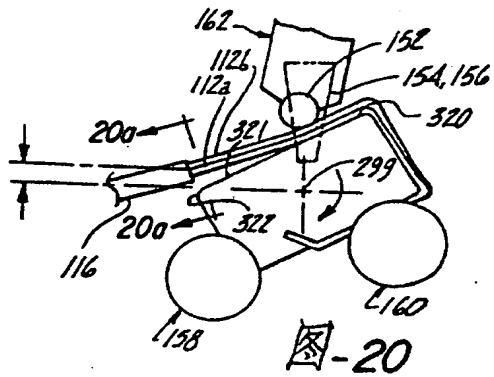
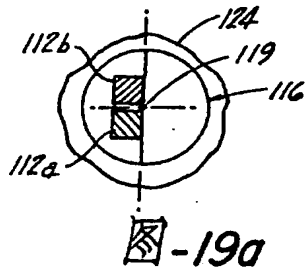
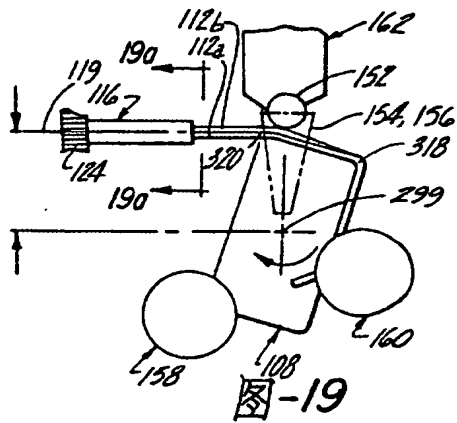
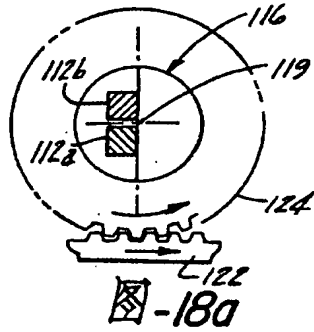
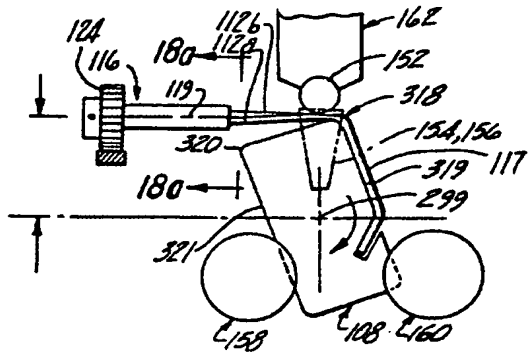


图-21

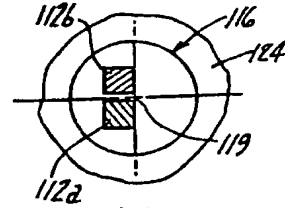
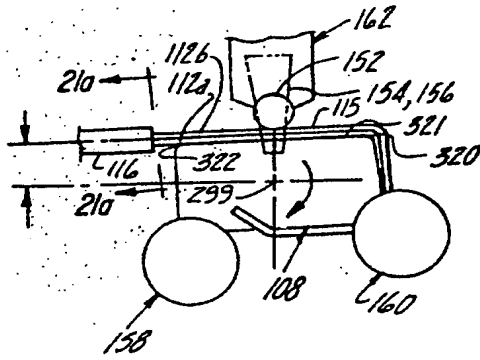


图-21a

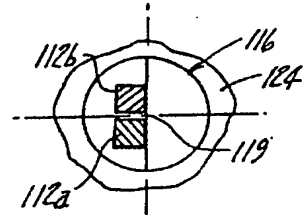
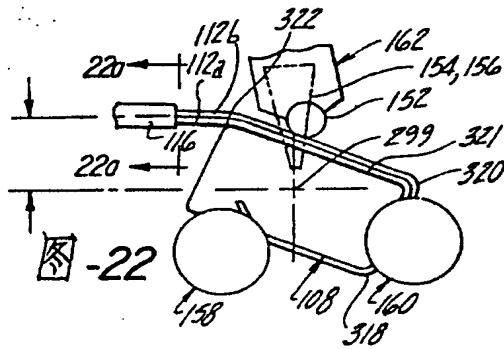


图-22a

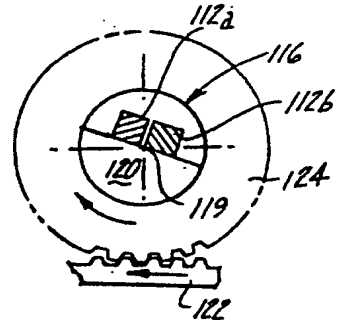
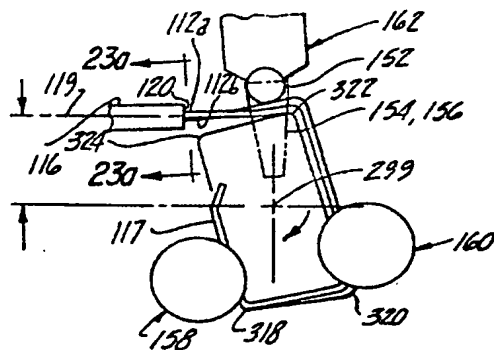
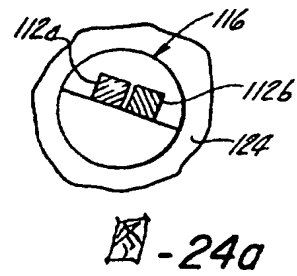
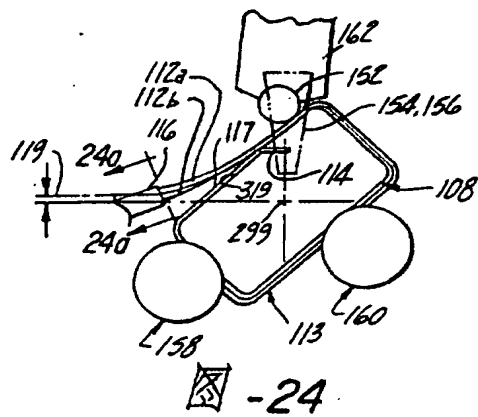
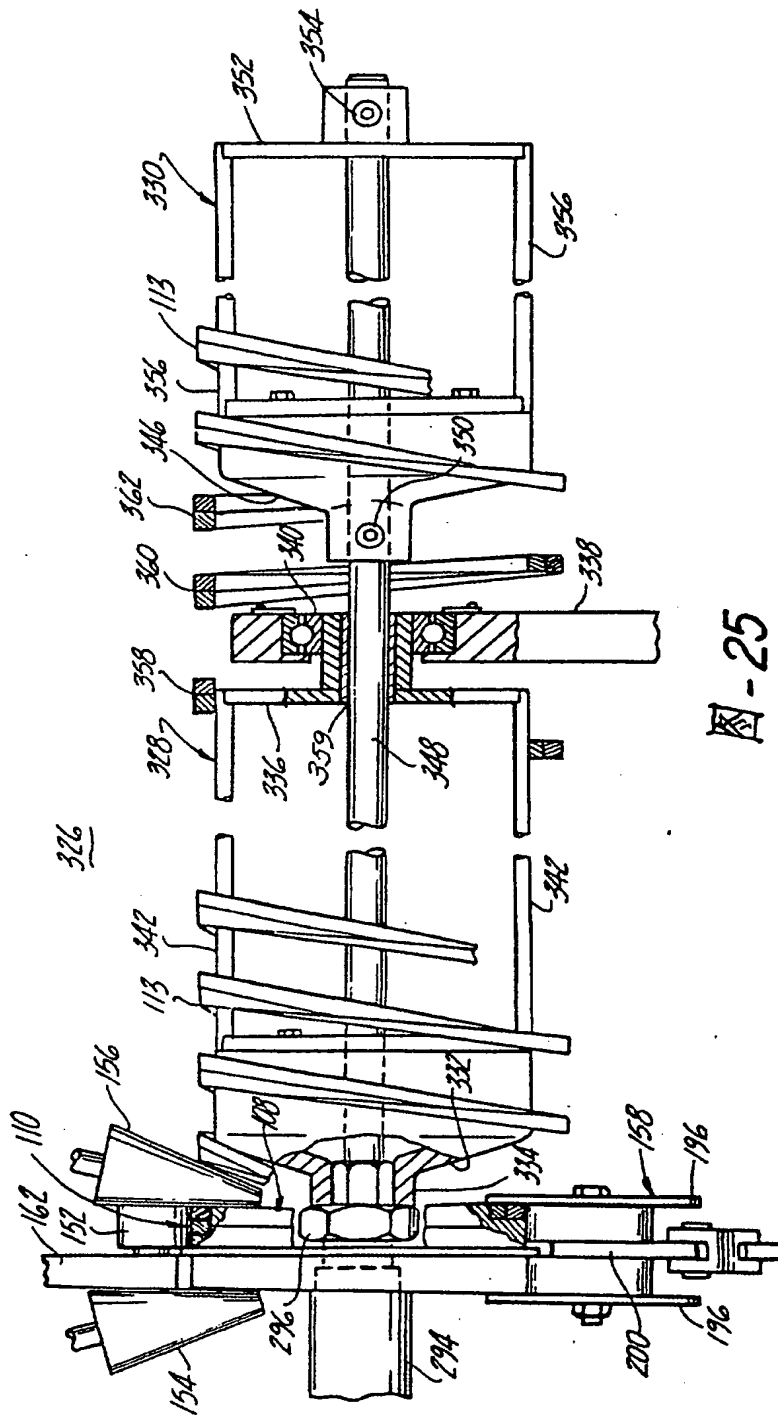


图-23a

图-23







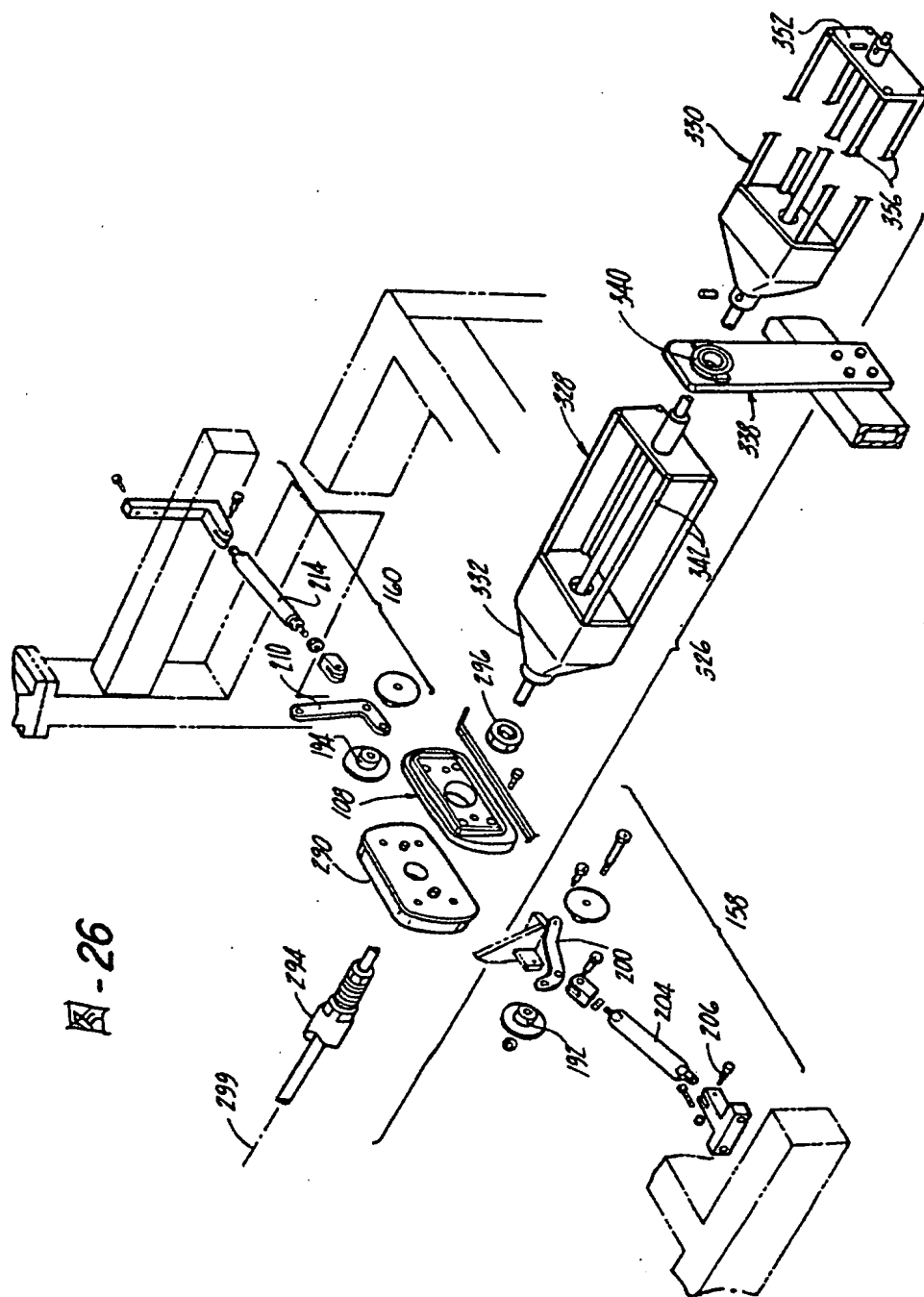


图-26

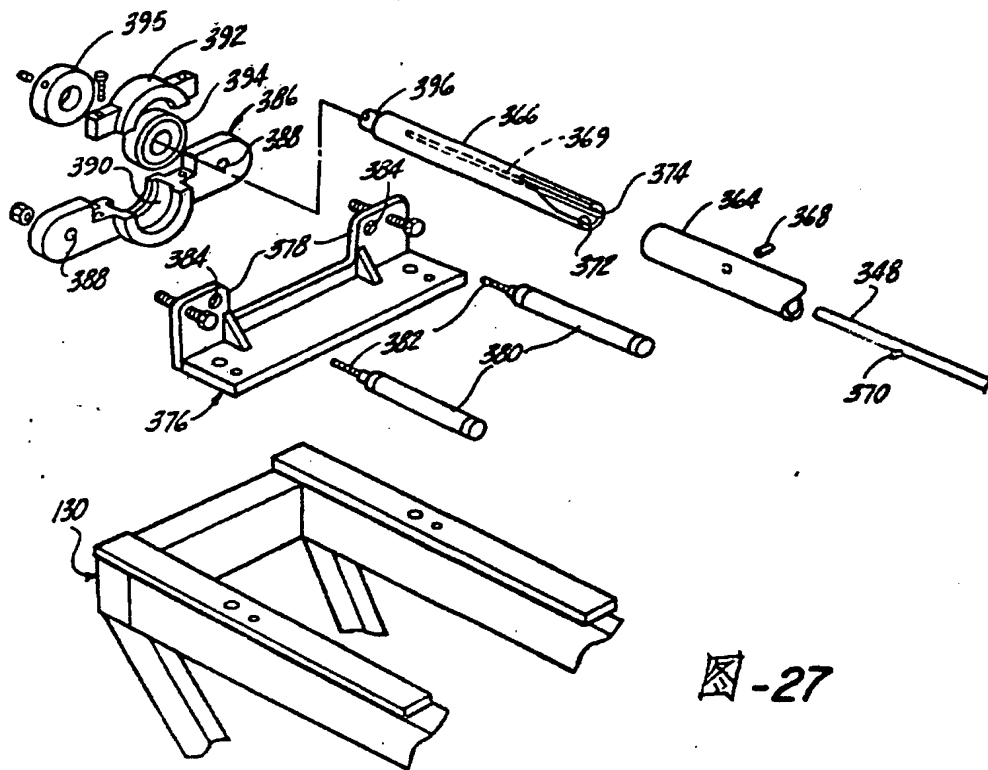
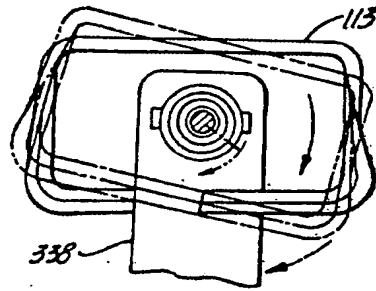
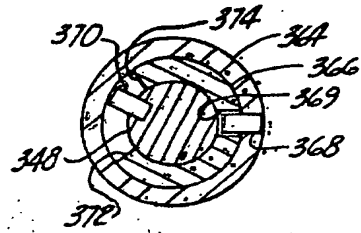


图-27

图-30



29



29  
图-28

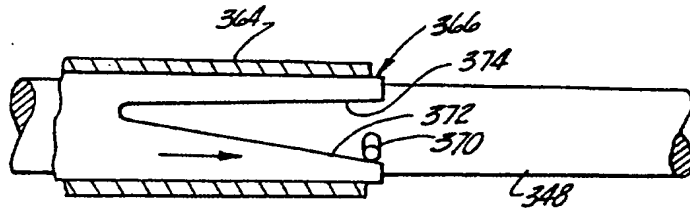


图-29a

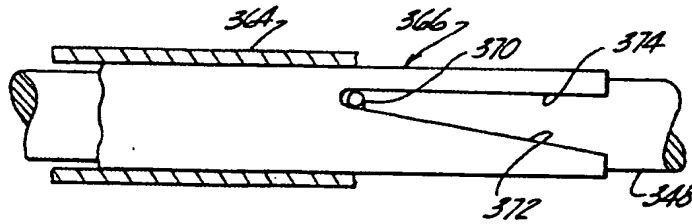


图-29b

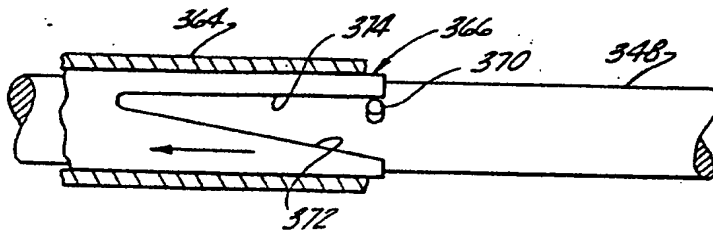


图-29c

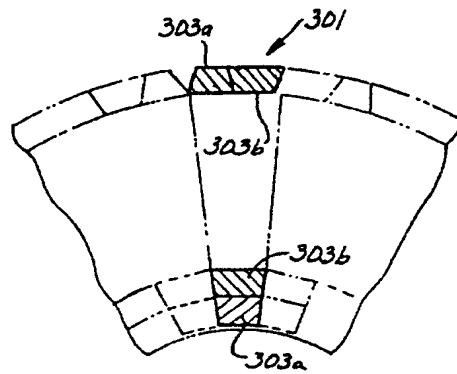


图-31a

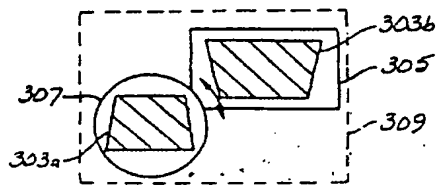


图-31b

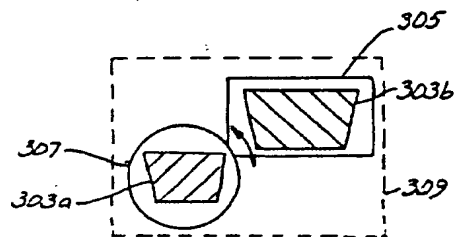


图-31c

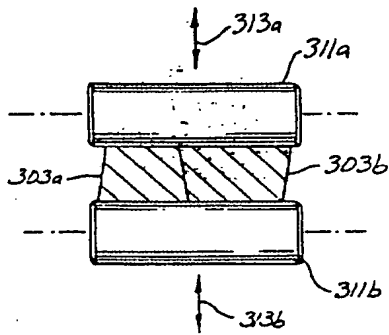


图-31d

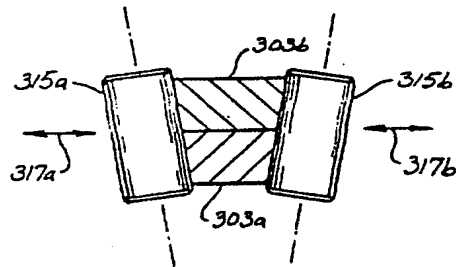


图-31e

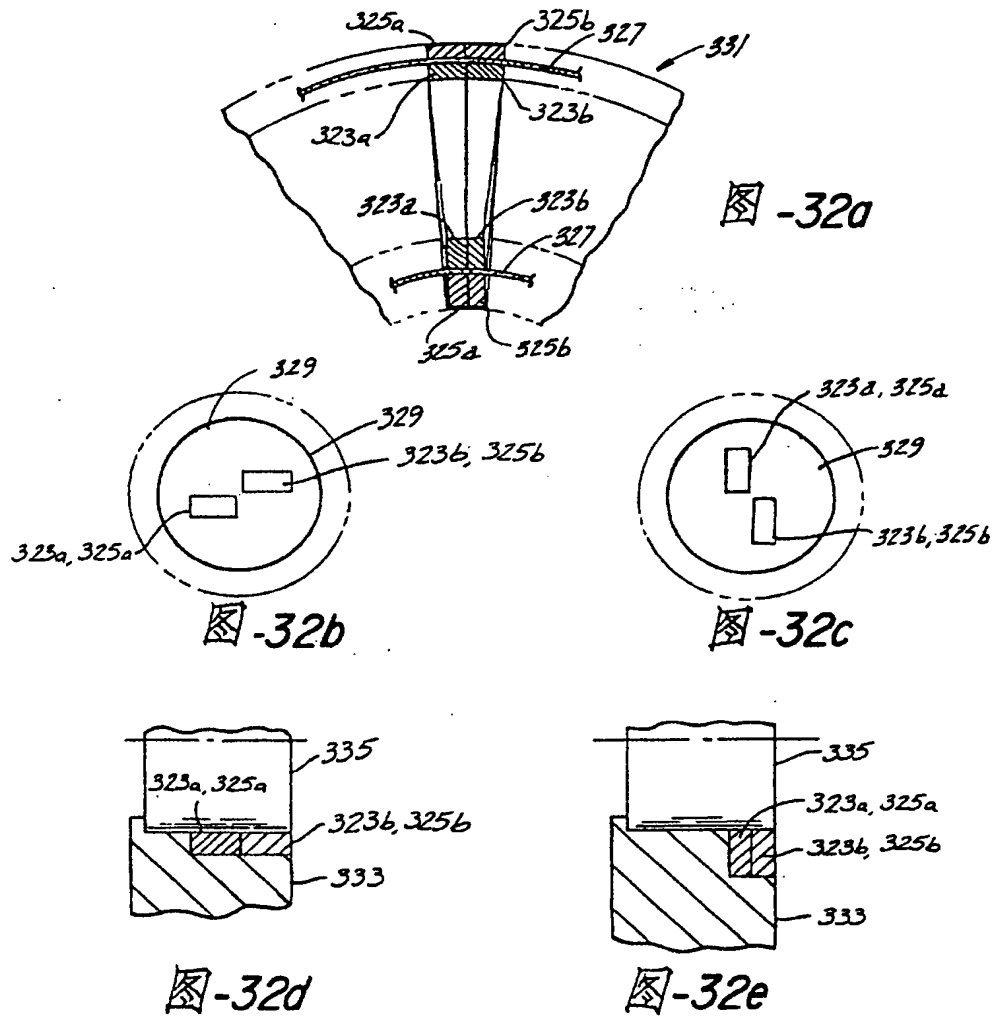
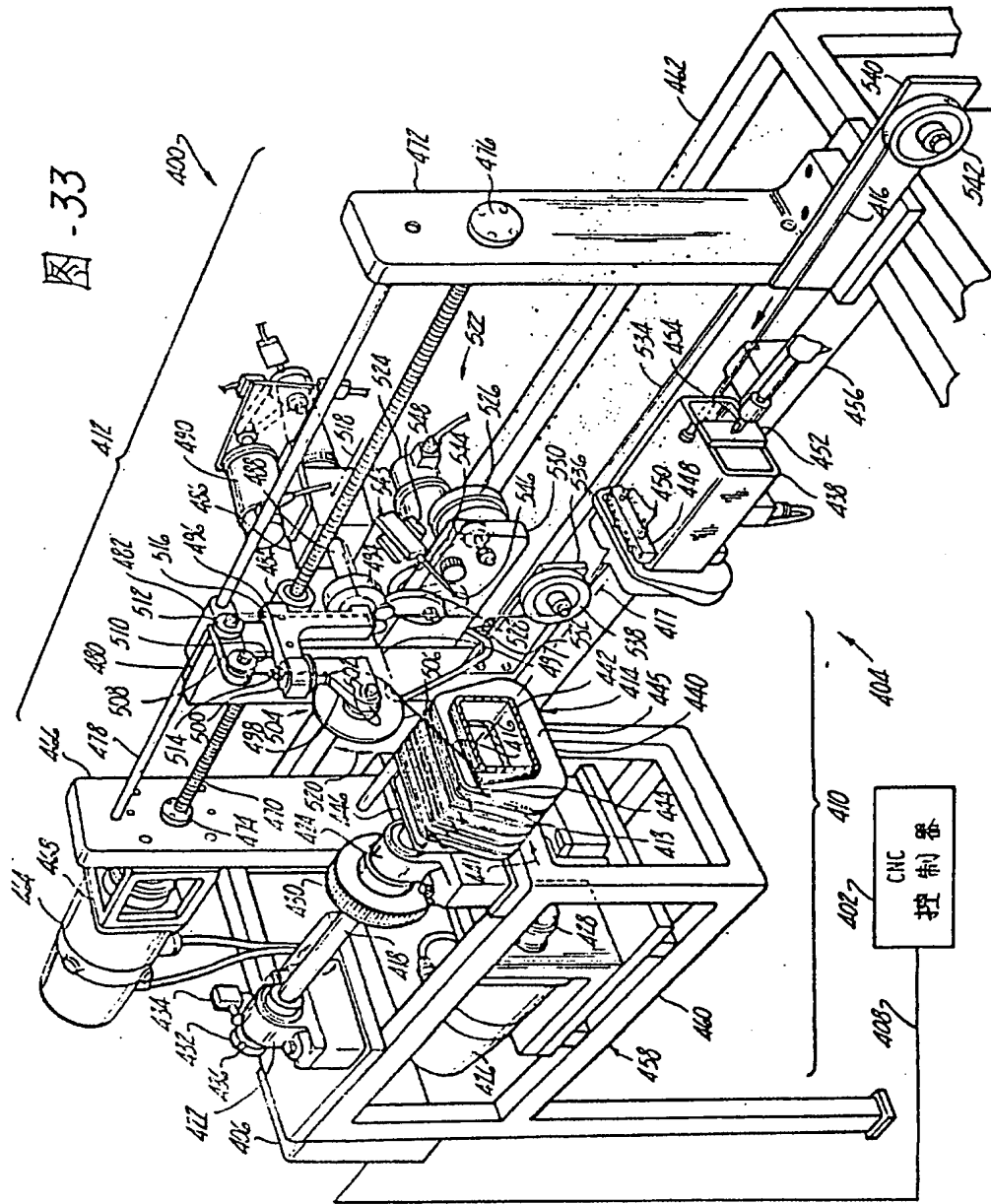
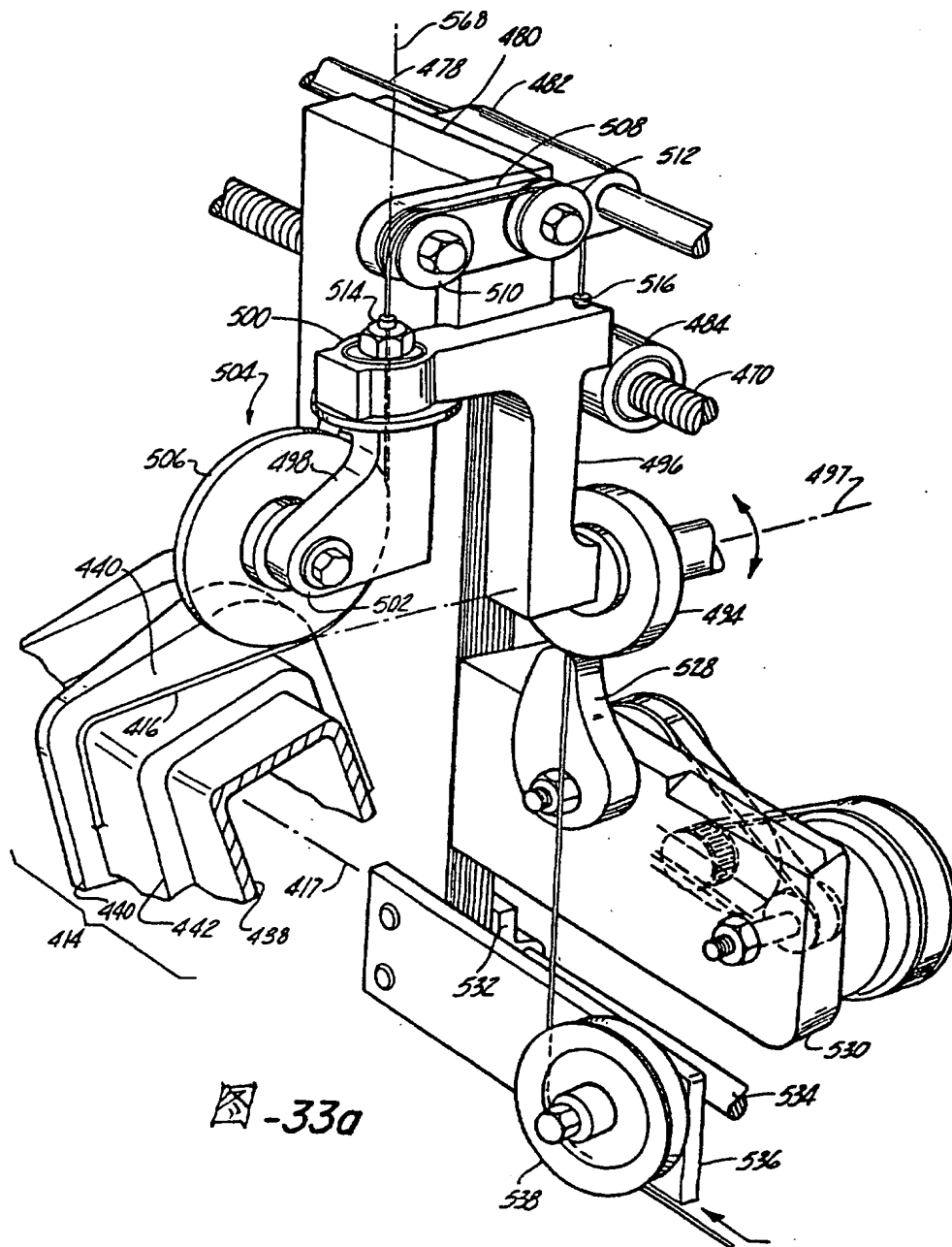
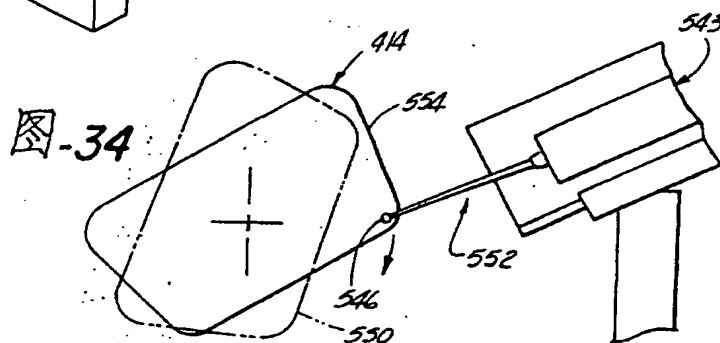
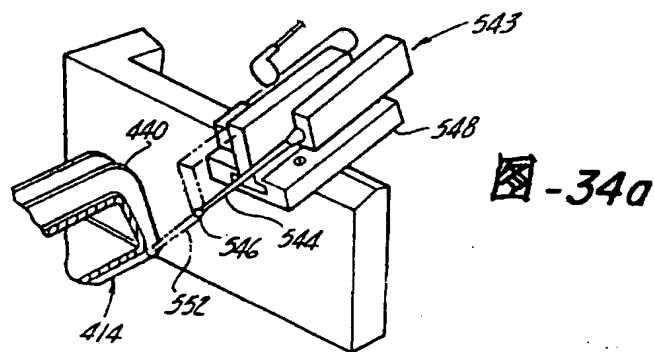
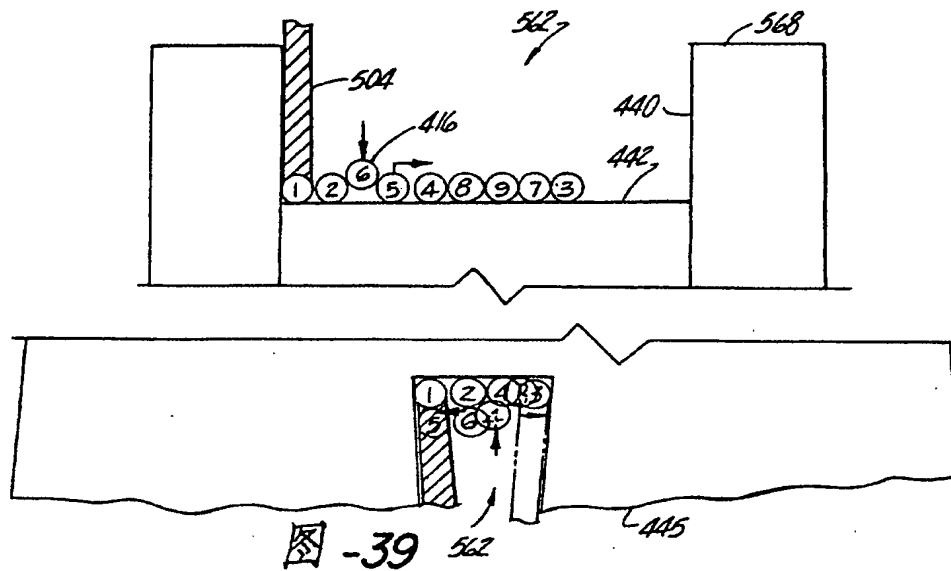


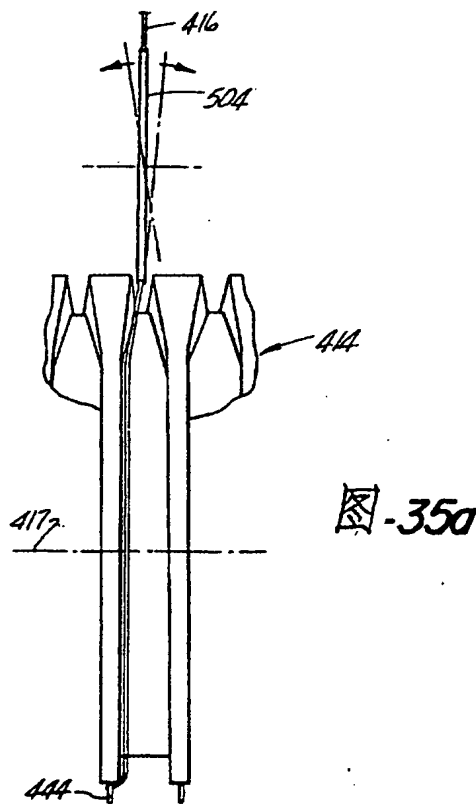
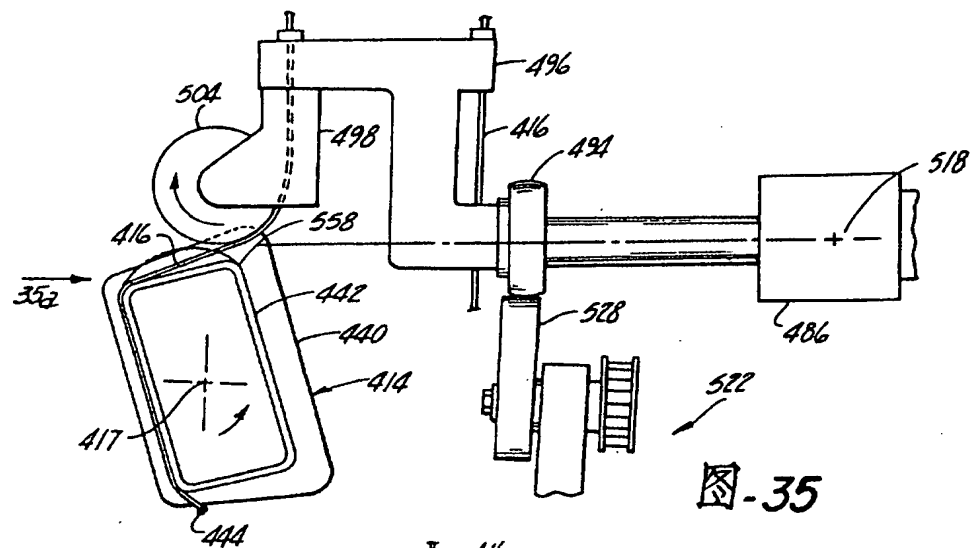
图-33











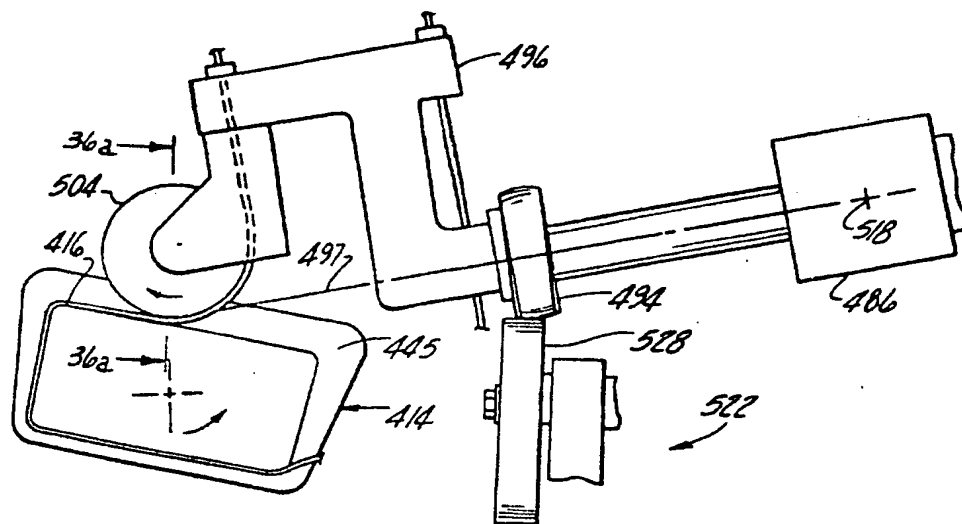


图-36

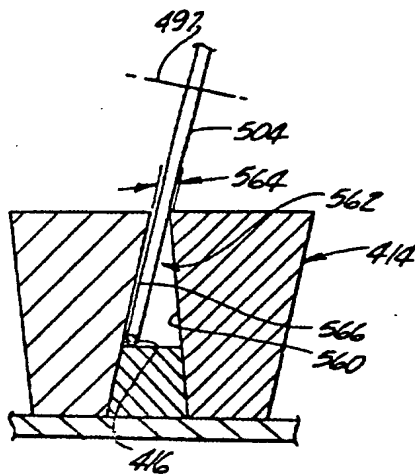


图-36a

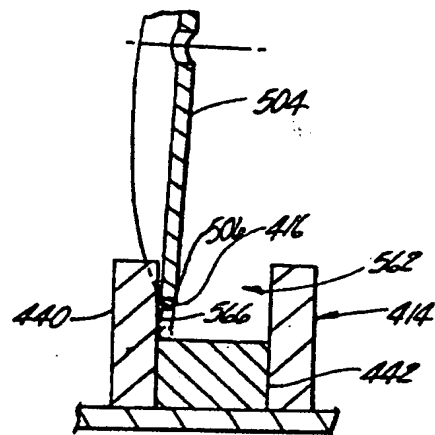
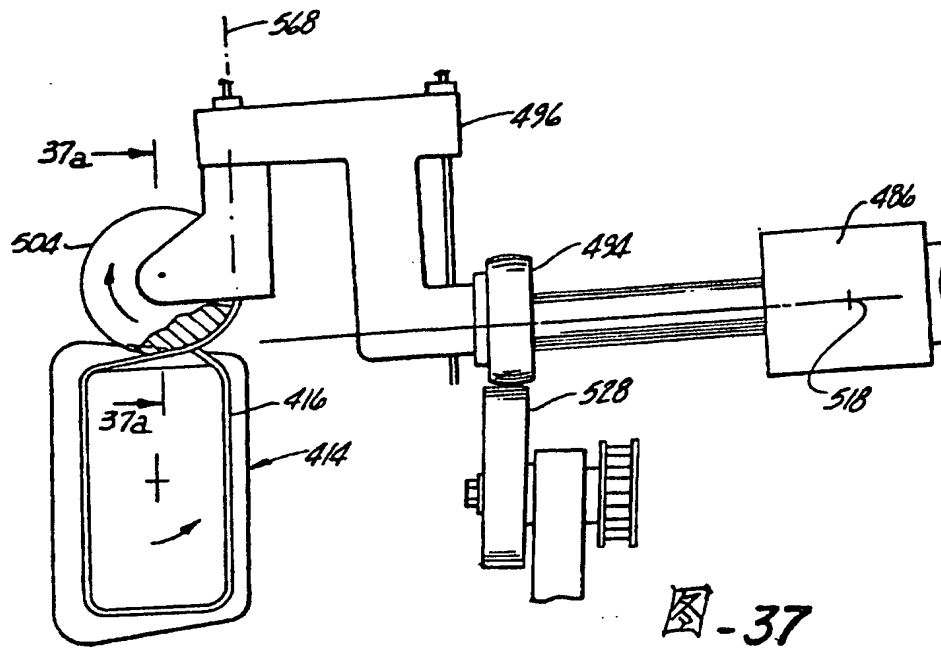


Figure 37a

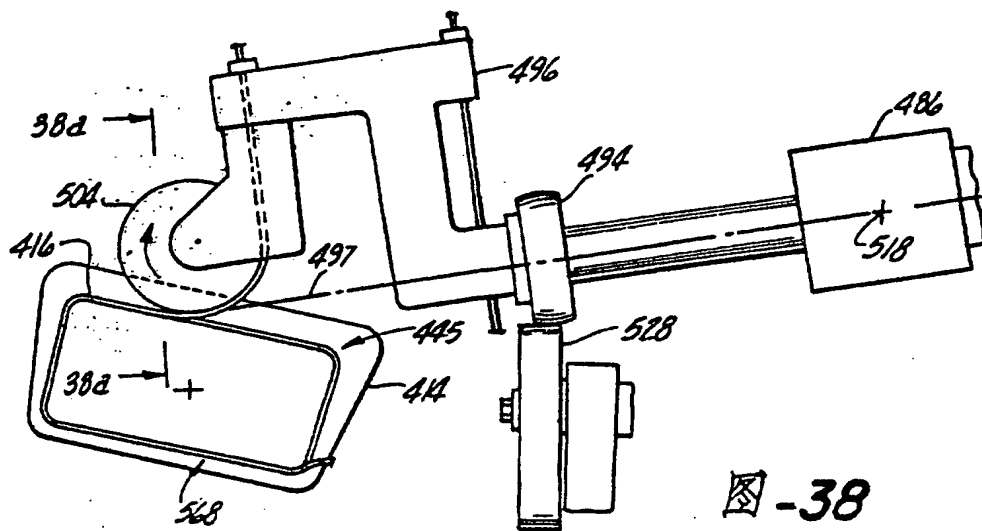


图-38

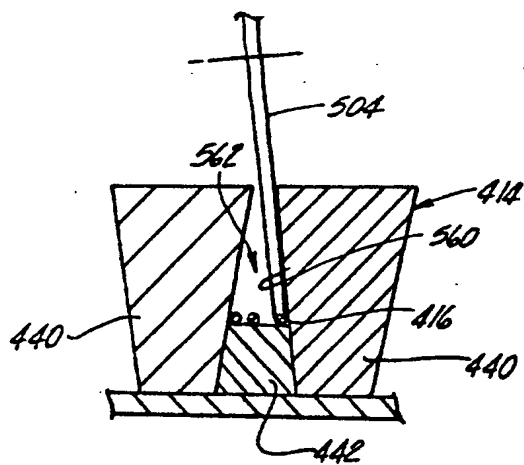


图-38a

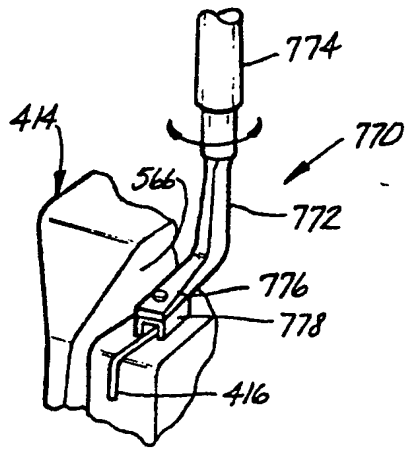


图-40

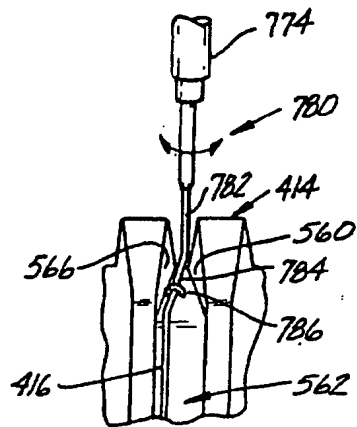


图-41

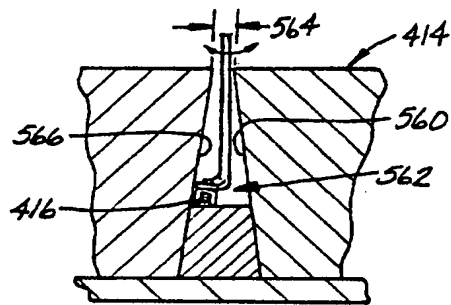
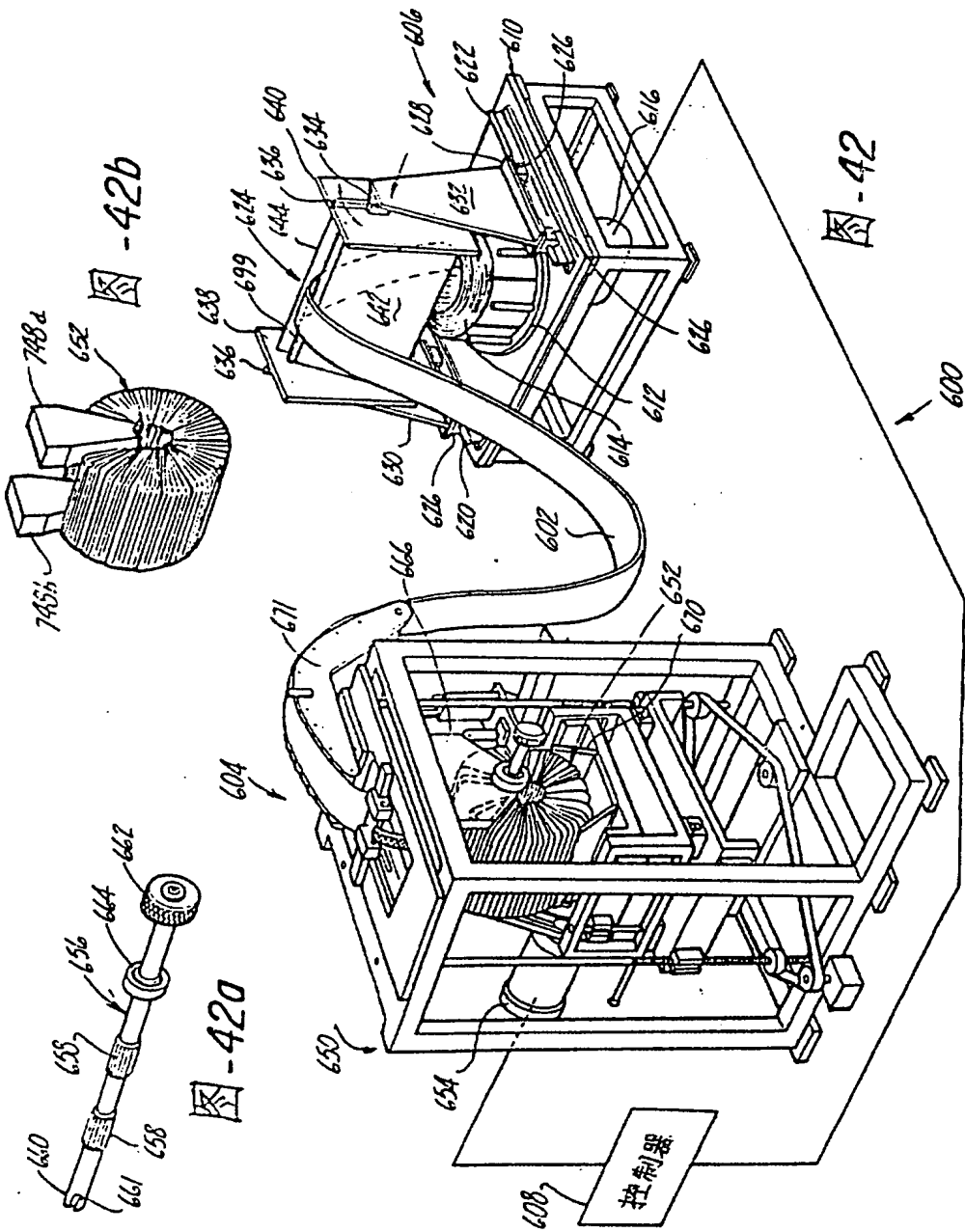


图-40a





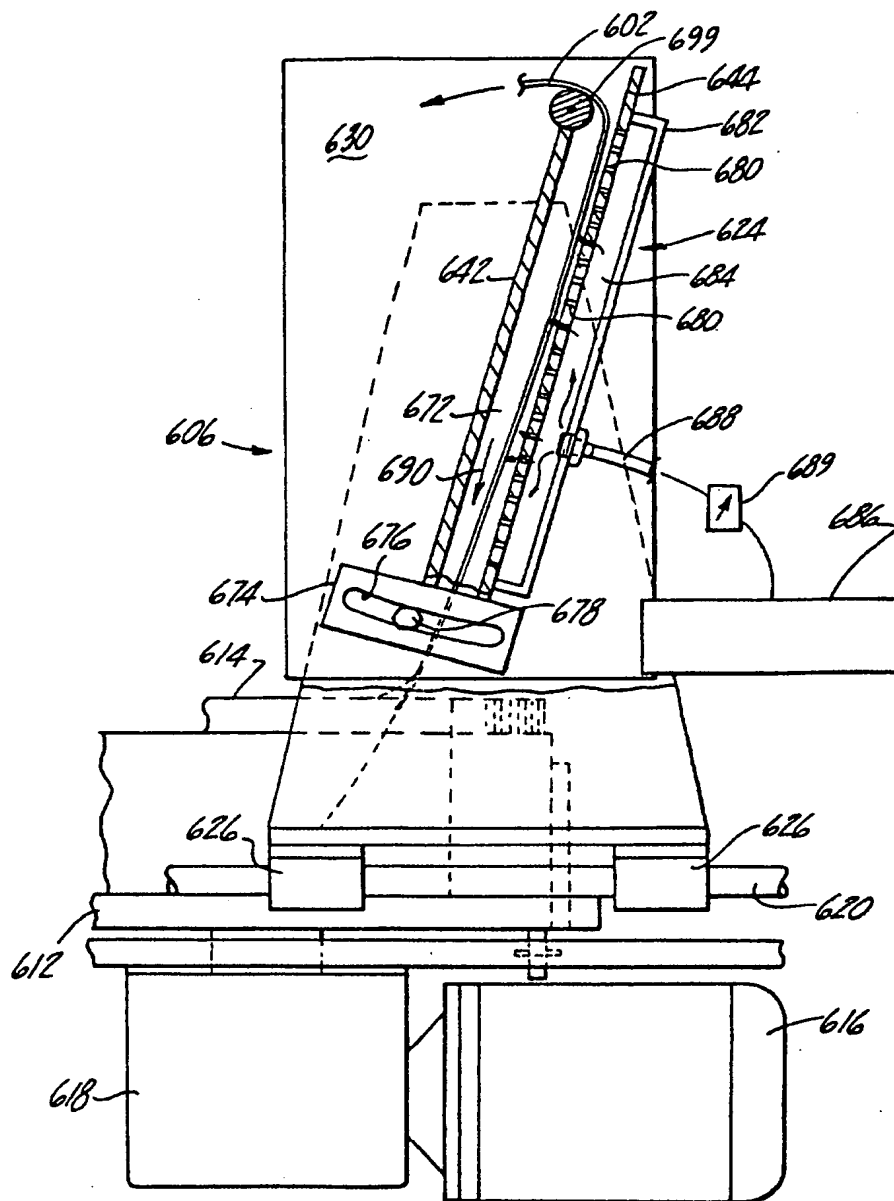
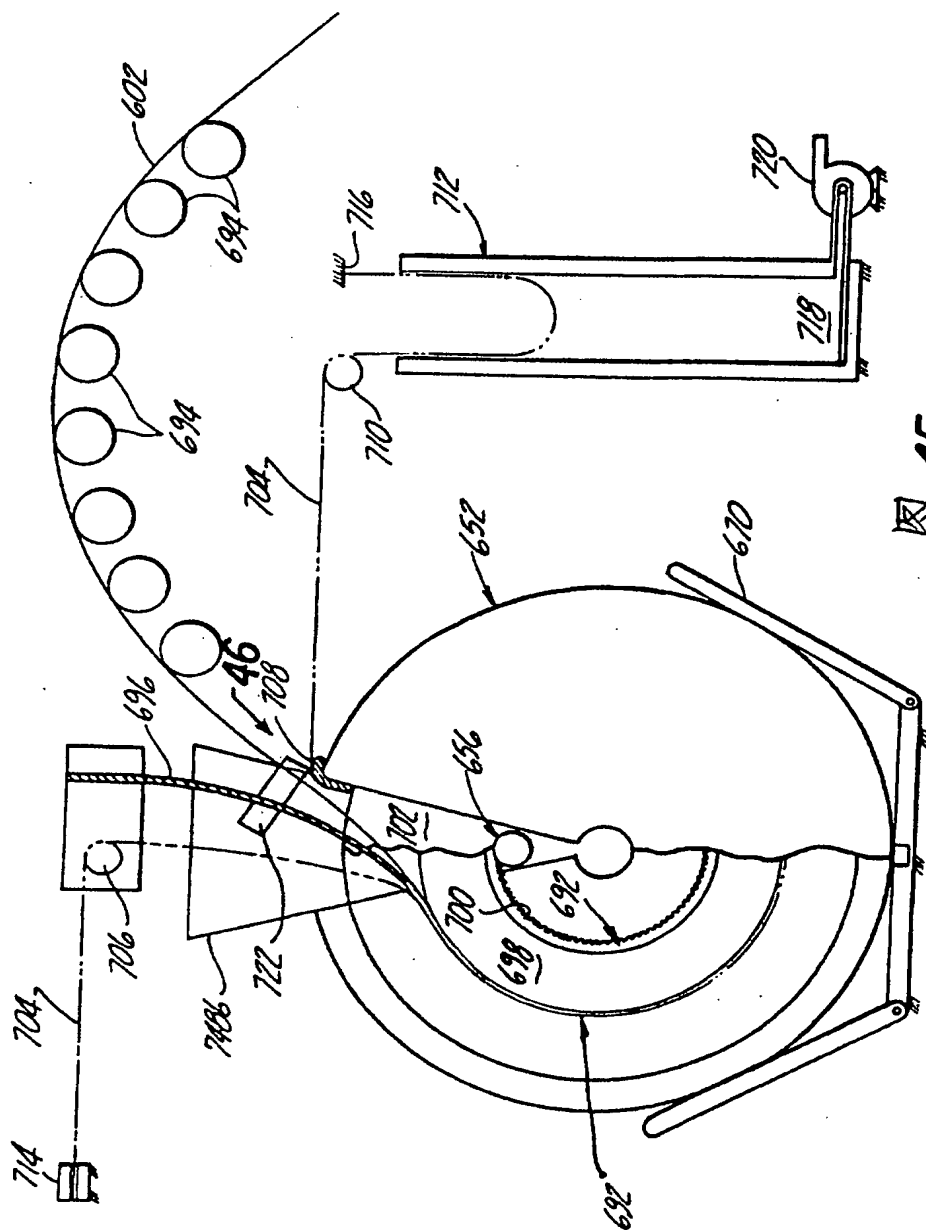


图-43





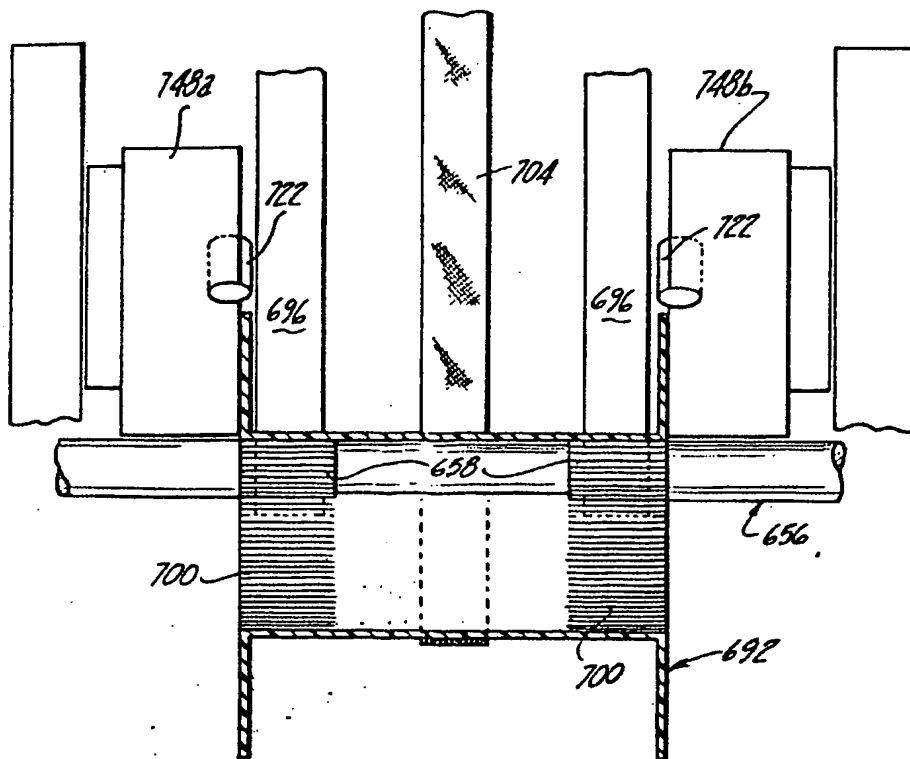


FIG-46

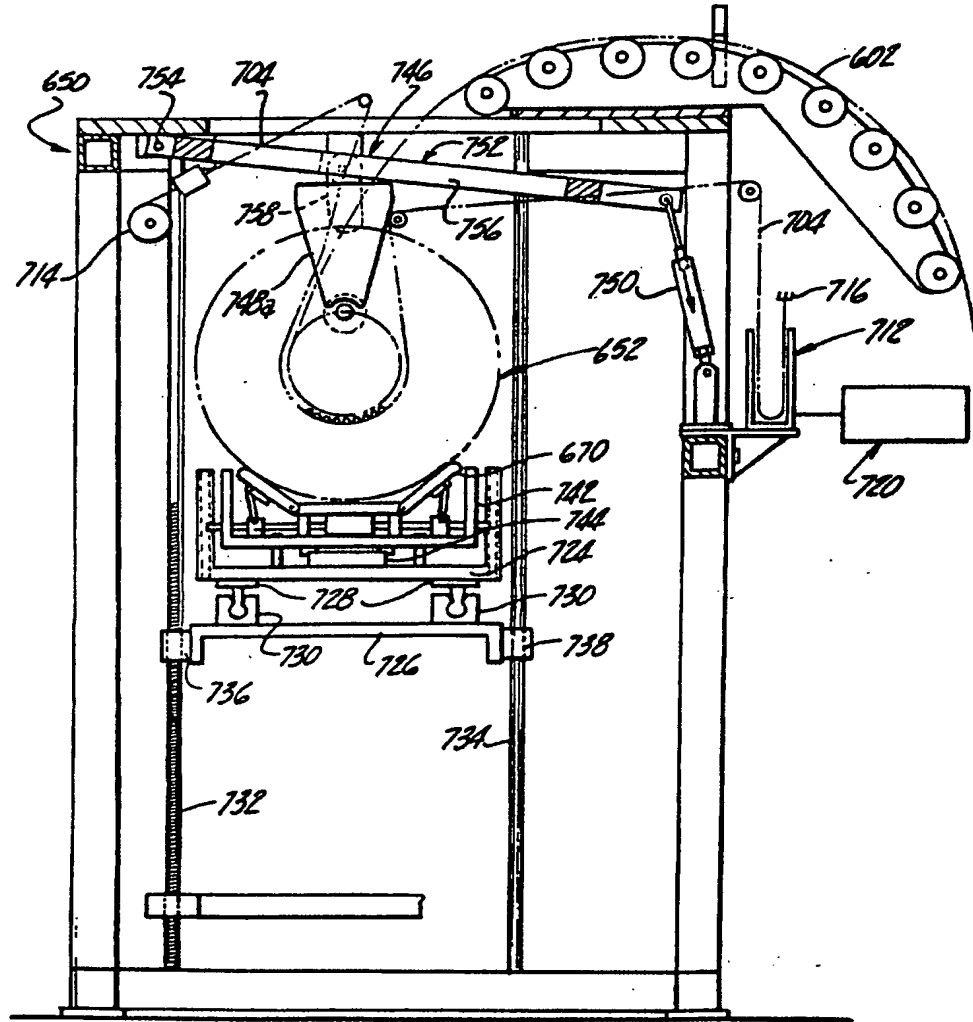


图-47

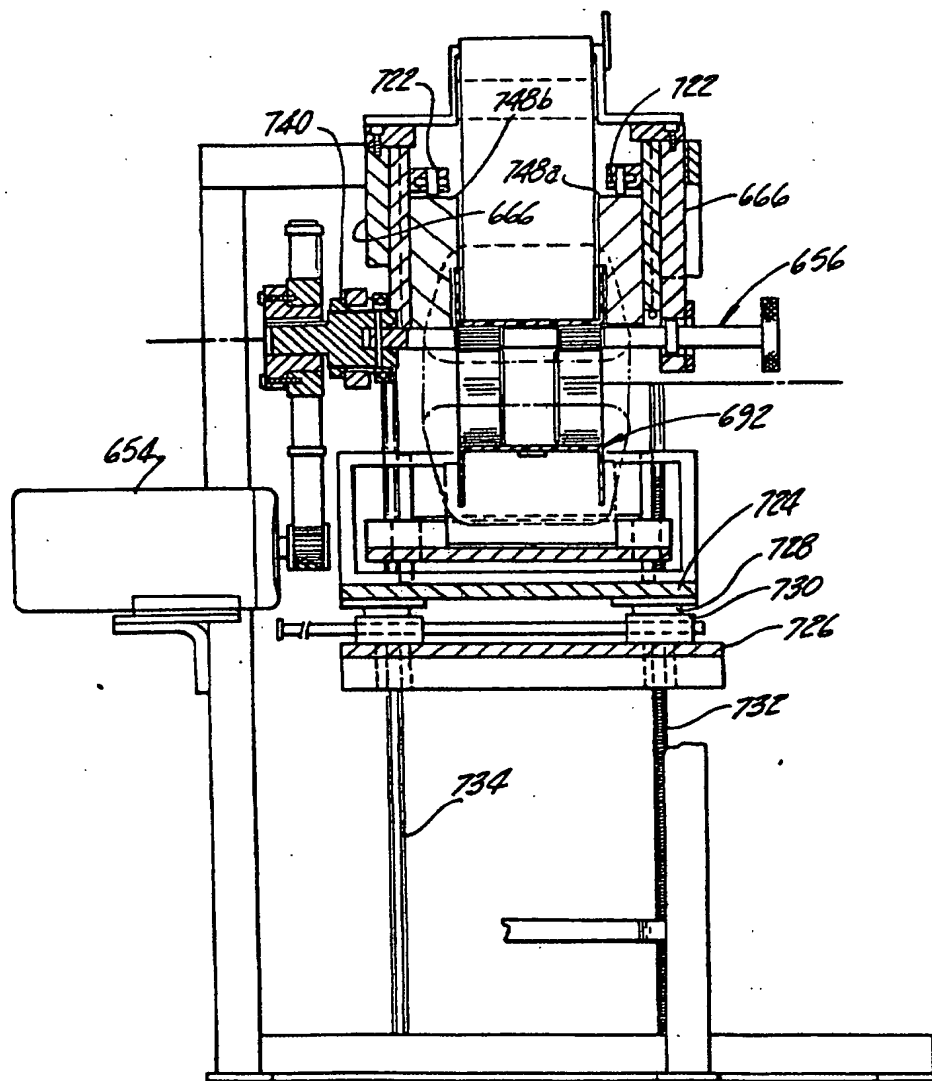


图-48